

Galwanizery!

czy
używacie

DEPOLARYZOWANYCH ANOD NIKLOWYCH?

Użycie anody depolaryzowanej daje znacznie ulepszone pokrywanie, z powodu następujących właściwości:

OSZCZĘDNOŚĆ. Anody depolaryzowane rozpuszczają się równomiernie i czysto i wytwarzają minimalną ilość złomu.

SPRAWNOŚĆ. Roztwór działa czysto, a więc wytwarza dobre wykonanie. Anody rozpuszczają się jednostajnie, tak że zawartość niklu w roztworze jest zachowana.

CZYSTOŚĆ. Anody nie dają najmniejszych strat w czarnych szumowinach, jakie zachodzą przy innych typach anod.

Dalszych informacji o anodach depolaryzowanych i sposobie ich użycia udziela:

Inż. WALERJAN WIŚNIEWSKI UL. WARECKA 15, WARSZAWA
Przedstawiciel na Polskę firmy HENRY WIGGIN & Co. Ltd. LONDYN

STOWARZYSZENIE MECHANIKÓW POLSKICH Z AMERYKI

SP. AKC.

w WARSZAWIE, ul. MARSZAŁKOWSKA 130

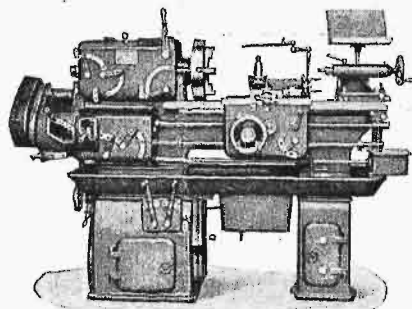
Telefony: 693-88, 693-31, 693-66, 693-41, 693-26.

Wytwórnia w PRUSZKOWIE i Zakłady Przemysłowe „POREBA”.

Polecamy własnego wyrobu:

Obrabiarki do metali: tokarki, wiertarki, strugarki poprzeczne i podłużne, frezarki pionowe i poziome, dłutownice, szlifiery, ryflarki, obrabiarki dla ciężkiego przemysłu kolejowego i hutniczego wagi, sięgającej powyżej 50 000 kg, obrabiarki do drzewa.

Przyrządy do: frezowania, szlifowania, gwintowania na tokarkach. Przyrządy podziałowe i do pionowego frezowania na frezarkach. Imadła: maszynowe i warsztatowe.



Tokarka precyzyjna szybkobieżna typu „2. T. X E”.

Narzędzia do obróbki metali: wiertła, rozwiertaki, frezy, gwintowniki i t. p.

Przyrządy fabrykacyjne: wiertarki, uchwyty, przymiary i t. p.

Odlewy żeliwne: maszynowe, wlewnice, cylindry parowozowe, rury wodociągowe, kanalizacyjne i ściekowe oraz kształtki do nich, odlewy sanitarne i naczynia kuchenne — surowe i emaljowane, odlewy dla centralnego ogrzewania.

STOWARZYSZENIE TECHNIKÓW POLSKICH W WARSZAWIE

KONTO P. K. O. 128.

POSIEDZENIA TECHNICZNE.

W piątek, dnia 18 maja r. b. o godz. 20-ej w Sali Wielkiej Stowarzyszenia Techników Polskich w Warszawie odbędzie się posiedzenie techniczne, na którym dr. Klemens Łazarowicz wygłosi odczyt pod tytułem:

„Ubezpieczenia społeczne u nas“.

Następne odczyty: w dniu 25 maja r. b. — p. radca Bolesław Rutkowski będzie mówił na temat: **„Projekt Wystawy Międzynarodowej w Warszawie w 1943 roku“**,

dnia 1 czerwca r. b. — p. inż. Kazimierz Gierdziejewski: **„Odlewanie pod ciśnieniem“.**

KOMUNIKATY KOŁ I WYDZIAŁÓW:

Koło b. Wychowawców Politechniki Warszawskiej zawiadamia, że miesięczne zebranie Koła odbędzie się w sobotę, dnia 19 maja r. b. w Stow. Techników o godz. 20-ej w sali Nr. IV.

W programie odczyt kol. Zygmunta Słomińskiego pod tytułem: **„Gospodarka samorządowa stolicy“**. Po zebraniu koleżeńska herbatka.

O niezawodne przybycie na zebranie Zarząd uprzejmie prosi.

POSADY WAKUJĄCE.

28—Ministerstwo Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego ogłasza konkurs na stanowiska dyrektorów, kierowników wydziałów i kierowników warsztatów szkolnych (w dziale szkół technicznych i rzemieślniczo-przemysłowych). O wymienione stanowiska ubiegać się mogą osoby, posiadające dyplom wydziału mechanicznego Politechniki i kilkuletnią praktykę zawodową; pożądana praktyka pedagogiczna. Podania udokumentowane należy składać do M. W. R. i O. P. do dnia 1-go czerwca r. b. (Warszawa, Al. Szucha 25).

POSZUKUJĄ PRACY:

13—Inżynier-chemik, 4 lata praktyki fabrycznej w papierni (znaki wodne, kolory, kalkulacje), w cukrowniach, fabrykach superfosfatu, kwasu siarkowego, odfuszczenia kości, z wiadomościami handlowymi — poszukuje pracy. Łaskawe zgłoszenia do Adm. pisma pod Nr. 13.

Rozwiązanie zagadnienia zabezpieczenia śrub. Patent światowy.

Koszt wykonania nie wyższy niż nakrętki koronowej z przetyczką. Licencja do odstąpienia.

Wiadomość:

Securitas G. m. b. H., Ebenhausen bei München.

113

Liczniki elektryczne

prądu stałego i zmiennego

ZAKŁAD ELEKTROMIERNICZY
JULJAN SZWEDE

Warszawa, Dobra 56, tel. 250-03

14

Poszukuje się

wykwalifikowanego majstra odlewniczego

na bronz, mosiądz i staliwo
z gruszką Tropenasa

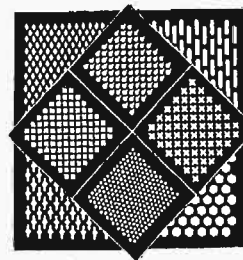
do pomocy w tych działach kierownikowi
odlewni — inżynierowi-metalurgowi.

Wymagana jest dłuższa praktyka.

Oferty z życiorysem i odpisami świadectw należy skierować do Administracji pisma pod Nr. 20.14.

115

BLACHY DZIURKOWANE (SITA)



dla przemysłu żelaznego, cementowego, papierniczego, kopalnianego, chemicznego, dla rolnictwa, cukrownictwa, młynarstwa, fabryk krochmalu, gorzelnii i browarów, do wszelkich urządzeń i aparatów technicznych, oraz blachę ażurową do celów budowlanych, ozdób itp. Wykonuje z wszelkich materiałów w dowoln. rozmiarach i grubości

WYTWÓRNIA BLACH DZIURKOWANYCH „SITO“

WARSZAWA, GROCHÓW, Wiatraczna 15, tel. 10-01-92 i 10-13-10

57

Przedpłatę kwartalną 15 zł. przyjmuje Administracja i Poczтовая Kasa Oszczędności na konto Nr. 515.	Ceny ogłoszeń: Jednorazowych: Za jedną stronę zł. 300.— „ pół strony „ 165.— „ ćwierć strony „ 90.— „ jedną ósmą „ 45.— „ jedną szesnastą „ 25.—	Ceny ogłoszeń w zeszytach specjalnych ustalane są każdorazowo.
Przedpłata zagranicą 75 zł. rocznie		Dopłaty: za 1 str. okładki 100 proc., za
„ „ „ „ 20 zł. kwart.		IV str. okł. 50 proc., za zamówione
Cena zeszytu zł. 2.50 (Ceny zeszytów specjalnych są ustalone każdorazowo)		miejsce na innych stronach 20 proc.
Za zmianę adresu (znaczkami poczt.) 1 zł.	Ogłoszenia dla poszukujących pracy, nadane w Administracji, zł. 8 za 1/16 str.	

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Czackiego Nr. 3 (Gmach Stowarzyszenia Techników). Telefon Nr. 657-04.
Redakcja otwarta we wtorki, czwartki i piątki od godz. 8 do 8 i pół wieczorem. Administracja otwarta codziennie od godz. 9 rano do 7 wiecz.
Wejście do Redakcji i do działu prenumerat Administracji: — przez sieć główną budynku.

H. CEGIELSKI, Sp. Akc.

POZNAŃ

Adres telegr. Hacegielski.

Telefon Nr. 70-56.

Produkuje w swoich Zakładach:

Parowozy dla pociągów kurjerskich, osobowych i towarowych.

Wagony osobowe, restauracyjne, sypialne, pocztowe w nowoczesnym całostalowym wykonaniu.

Wagony towarowe: węglarki, platformy, chłodnie, cysterny do transportu kwasów i gazów.

Kotły parowe do największych wymiarów, najwyższych używanych ciśnień, przegrzewu pary, do opalu węglem, pyłem węglowym lub gazami.

Kotły parowe opromieniowane „Lopulco”.

Ekonomizery pat. „Stierle” i ogrzewacze powietrza. Ruszty mechaniczne przystosowane do palenia miałem węglowym.

Lokomobile parowe przewoźne i stacyjne dla celów rolniczych i przemysłowych do 350 KM.

Zbiorniki do gazów o zamknięciu wodnym i suchym (Pat. Klönne). Zbiorniki do płynów.

Wieże antenowe i radjonadawcze.

Urządzenia transportowe, suwnice, podnośniki i przenośniki stałe i przewoźne, urządzenia do masowego transportu.

Aparatura dla Przemysłu Chemicznego, specjalnie przemysłu związków azotowych, suchej destylacji i ekstrakcji drzewa i węgla, prochowni, gazowni. Wyłączna licencja f-y „Barbel” Paryż, obejmująca destylację i rektyfikację alkoholu, benzolu, ropy ziemnej i t. p.

Kompletne instalacje dla cukrowni, rafinerji cukru, gorzelni, rektyfikacji i syropiarni.

Nowoczesne piece wapienne.

Suszarnie bębnowe do wyfłoków na gazy kominowe.

Urządzenia sanitarne (sterylizatory, komory dezynfekcyjne i t. p.).

Specjalne precyzyjne wyroby mechaniczne.

25

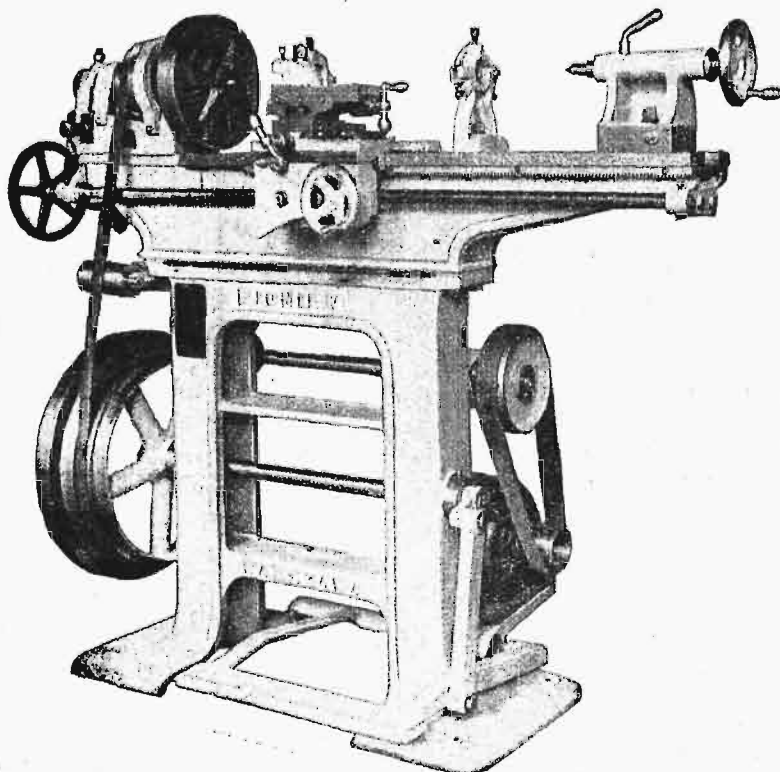
PIONIER

FABRYKA OBRABIAREK

Sp. z o. o.

Warszawa, ul. Krochmalna 71

tel. 695-83 i 695-86



**TOKARKI,
REWOLWERÓWKI,
SHAPINGI,
FREZARKI,
WIERTARKI,
POMPY
DO SMARU I WODY**

Oferty, prospekty i katalogi na żądanie

40

PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

Nr. 10

WARSZAWA, 16 MAJA 1934 R.

Tom LXXIII

TREŚĆ:

- Rola inżyniera w budownictwie, nap. Inż. W. Paszkowski, Profesor Politechniki Warszawskiej.
- Istota wybożenia prętów prostych, nap. Dr. Inż. W. Wierzbicki, Profesor Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego.
- Powstawanie drgań mechanicznych, nap. Inż. H. Krakowiak.
- Najnowsze prądy w technice budowy zapór (dok.), nap. Inż. H. Herbich.
- Zagadnienia renowacji taboru kolejowego, nap. Inż. Wł. Szczepański.
- Przeгляд pism technicznych.
- Listy do Redakcji.

SOMMAIRE:

- Le rôle de l'ingénieur dans l'industrie du bâtiment, par M. W. Paszkowski, Professeur à l'École Polytechnique de Varsovie.
- Le phénomène du flambement des barres droites, par M. W. Wierzbicki, Dr. ès sc. techn., Professeur à l'École Nationale de l'Agriculture.
- Formation des vibrations mécaniques, par M. H. Krakowiak, Ingénieur mécanicien.
- Nouvelles tendances dans la construction des barrages (suite et fin), par M. H. Herbich, Ingénieur des Ponts et Chaussées.
- Le problème de la renovation du matériel roulant des chemins de fer, par M. Wł. Szczepański, Ingénieur dipl.
- Revue documentaire.
- Correspondance.

Prof. Inż. W. PASZKOWSKI

Rola inżyniera w budownictwie*).

Budownictwo jest jednym z odwiecznych objawów kultury człowieka. Wszystkie narody, posiadające własne bogactwa kulturalne, nie tylko stale budują i przodują w budownictwie, ale też posiadają prastare pomniki budownictwa, dowodzące, że ich aktywność w tym kierunku powstała nie od dzisiaj.

Ten wielki odłam działalności ludzkiej wyłacza swe piętno na życiu gospodarczym i kulturalnym całych epok.

Budownictwo, jako jedna z działalności technicznych, któremi człowiek ułatwia sobie życie i na wyższe szczeble je podnosi, wiąże się z ogólną kulturą duchową w sposób szczególny, zasługujący na podkreślenie. Podczas gdy działalność techniczna w ogóle posiada przedewszystkiem cele użytkowe i praktyczne i tą drogą, ułatwiając zaspokojenie różnorodnych potrzeb fizycznych, sprzyja rozwojowi ducha, — w budownictwie, obok pierwiastka użytkowego, przejawia się bezpośrednio czynnik emocjonalny, pierwiastek piękna. Człowiek zawsze budował nie tylko objekty praktyczne, jak mieszkania, mosty i t. p., ale również tworzył pomniki, wznosił świątynie i dążył do tego, ażeby każda budowla nadziemna, niezależnie od jej przeznaczenia, będąc przedmiotem widocznym i trwałą, a przez to mającym wpływ na psychikę ludzi, była wyrazem piękna.

Strona emocjonalna budownictwa jest domeną twórczości architekta, strona użytkowa i techniczna — polem twórczości inżyniera.

Dla sprecyzowania pojęć należy zaznaczyć, że istnieje duży odłam działalności inżyniera, nie

mający związku z budownictwem w ścisłym tego słowa znaczeniu.

W zakresie robót inżynierskich, jak budowa dróg lądowych, wodnych, budowa tuneli, kanałów i t. p., inżynier jest twórcą i wykonawcą od początku do końca, rola inżyniera nie wymaga bliższego określenia, gdyż tu żaden problem podziału twórczości nie zachodzi.

W tej chwili interesuje nas budownictwo w ścisłym znaczeniu, t. j. ten dział, gdzie, jak zaznaczyliśmy, występują dwa składniki twórczości: emocjonalny — artystyczny i techniczny — inżynierski.

Oba te składniki przenikają się i amalgamują w jedną całość w każdej budowlu, byłoby więc rzeczą naturalną i słuszną, żeby wpływały one z jednego mózgu, żeby twórcą była zawsze jedna osoba.

W zamierzchłych czasach, gdy budowle były prostsze w swej konstrukcji, a warunki ekonomiczne inne, niż obecnie, najprawdopodobniej panowała całkowicie twórczość jednoosobowa. W naszych czasach również twórczość jednoosobowa jest możliwa i celowa, gdy chodzi o budowle, których konstrukcja jest tak opracowana wieloletnim doświadczeniem, że jest prawie uświęcona przez tradycję.

Jednak epoka potężnego rozwoju i postępu technicznego, w której żyjemy, przejawiała się przeobrażenie również w technice budowlanej.

Metoda naukowo-eksperymentalnego badania, która opanowała całą naszą technikę, a więc i technikę budowlaną, obaliła dużo tradycyj i dała tak wielkie zdobycze, zarówno w metodach konstruowania, jak i w umiejętności obliczania, stworzyła tak wiele nowych materiałów, a przez to

*) Referat generalny, wygłoszony na I-ym Polskim Zjeździe Inżynierów Budowlanych.

rozrosła się w tak wielką dziedzinę wiedzy ściślej i technologicznej, że nie jest dziś już możliwe przyjęcie jako reguły, że w jednej osobie znaleźć można zarówno źródło talentu architektonicznego, jak i uzdolnienia inżynierskie w zakresie współczesnym.

Jest to tembardziej trudne, że każda z tych dziedzin twórczości wymaga odrębnego usposobienia i odrębnego wyćwiczenia mózgowego i że budownictwo zaspakaja dziś szersze potrzeby niż dawniej, a zakres budowy stale się rozszerza.

Nowe czasy zaostrzyły odrębność dwu tych dziedzin prac: twórczości artystycznej i konstruktorskiej, gdyż postawiły kategorycznie pewien warunek, wymagający jeszcze więcej rachunku, jeszcze więcej ścisłości, jeszcze więcej wnikliwości i analizy — warunek ekonomiczności.

Budowla jest przede wszystkim zjawiskiem fizycznym, jest zespołem brył materialnych, które w równowadze stałej znajdować się powinny. W tym zespole brył przejawia się jego cel użytkowy czy ideowy i jego piękno, lecz przede wszystkim musi on czynić zadość prawom równowagi i wytrzymałości, przy jednoczesnym zadosyćczynieniu żądaniu ekonomiczności, i dlatego jest on zależny przede wszystkim od umiejętności inżynierskich.

Rola inżyniera została przez to jeszcze ściślej określona, i na jego barki spadły jeszcze bardziej poważne obowiązki i odpowiedzialność. Jest on tym czynnikiem w budownictwie, który na zasadzie metod ścisłych tworzy konstrukcję budowli w sposób najbardziej celowy, bezpieczny i ekonomiczny.

Jeżeli przyjrzymy się dziejom budownictwa, to dosyć wyraźnie zobaczymy, że we wszystkich epokach sposoby budowania i konstruowania miały decydujący wpływ na kształty architektoniczne.

Badania i wysiłki o charakterze inżynierskim były koniecznym warunkiem powiększania się rozpiętości kopuł i sklepień, i — w miarę tego, jak opanowywano statyczną stronę tej konstrukcji, — architektura mogła korzystać i korzystała z coraz wspanialszych pokryć w postaci kopuł i sklepień o coraz większych rozpiętościach, o coraz lepszej konstrukcji.

Podobne zjawisko obserwujemy przy narodzinach stylu, który był tak nowym w drugiej połowie XII stulecia i doszedł do tak świetnego rozwoju i wyrazu w wiekach następnych. Mam na myśli gotyk, który jest oparty na pomysle natury czysto technicznej i mechanicznej, na poznaniu stateczności ostrołuku. Pomysł ten zrewolucjonizował całkowicie architekturę i dał talentowi architektów niejako nowy język, przy pomocy którego wypowiadają się oni i wyzyskują przez szereg wieków nieprzebrane zasoby kształtów architektonicznych oraz możliwości, jakie ta nowa idea statyczna w sobie zawiera.

Podobne zjawiska zachodzą obecnie, i to bodaj w wyższym jeszcze stopniu.

Twórczość inżynierska powołała do życia w ostatnich kilku dziesiątkach lat materiały i koncepcje konstrukcyjne, tak nowe i dające tak nieograniczone możliwości kształtów, że wyczerpanie ich w nowych formach architektonicznych potrwa niewątpliwie przez długi bardzo okres. Konstrukcja coraz bardziej zapanowuje nad kształtem archi-

tektonicznym. Udział inżyniera w twórczości budowlanej staje się nieodzownym, a wnikliwość jego obliczeń i pomysłowość konstrukcyjna posiada decydujący wpływ na kształty architektoniczne, na ekonomiczność budowli, na jej bezpieczeństwo i trwałość. Konstrukcje stalowe i żelazobetonowe, przedstawiając te niezwykle możliwości, dają się opanować jedynie przez umysł matematyczny, i tylko ścisła analiza, oparta na znajomości mechaniki i wytrzymałości, potrafi nagiąć te materiały do służby w budownictwie.

Nowe metody fundamentowania nie mniej na analizie ścisłej są oparte.

W budownictwie współczesnym każdy gmach jest właściwie zagadnieniem inżynierskim, często zagadnieniem, mającym na celu rozwiązanie wielorakich zadań metodami matematycznymi i eksperymentalnymi.

Temi warunkami określa się rolę inżyniera, jako czynnika niezbędnego i odpowiedzialnego przy projektowaniu.

Nietylko statyka, t. j. wytrzymałość budynku, wymaga badań i obliczeń inżynierskich, współczesne budownictwo wysuwa cały szereg nowych zagadnień, które wymagają ścisłego i konstrukcyjnego rozwiązania. Wśród tych zagadnień wymieniamy takie ważne sprawy, jak przewodnictwo ciepła, przewodnictwo dźwiękowe.

Wiele laboratoriów poświęca się tym badaniom i wyniki tych badań dają wskazówki, wpływające bardzo znacznie na rozwiązanie statyczne i gospodarcze.

Poza zagadnieniami konstrukcji i projektu, rola inżyniera przejawia się w wykonawstwie budowy.

Zastosowanie metod ścisłych i racjonalnych do organizacji pracy na budowie przynosi wydatne korzyści ekonomiczne. Również do działalności inżyniera należą techniczne metody wykonywania, co przy nowoczesnym budownictwie posiada pierwszorzędne znaczenie, a często decydujące o możliwości realizacji nawet najlepszego projektu.

Z tego krótkiego zestawienia widzimy, że budownictwo w bardzo dużym swoim odłamie wymaga zasadniczo sprzężenia wysiłków dwu indywidualności, dwu mózgów, dwu doktryn: doktryny piękna i doktryny ścisłej dedukcji przyrodniczej, jaką jest inżynieria, oraz że w twórczości budowlanej mózg inżyniera gra rolę coraz bardziej zasadniczą i odpowiedzialną.

Zdrowe stosunki i maximum wydajności mogą zapanować w tych okolicznościach tylko na tle sprecyzowania odpowiedzialności tych dwu czynników za wyniki ich współpracy i konsekwentnie wymaga nadania każdemu z tych dwu czynników odpowiedniego stanowiska w pracy budowlanej.

Sprawa ta wymaga pilnego załatwienia, gdyż z postępowaniem techniki i w miarę coraz większego znaczenia, jakiego nabiera celowa i ekonomiczna konstrukcja w budownictwie, staje się ona coraz bardziej aktualną i dziś już niecierpiącą zwłoki.

W celu przeświecenia tej sprawy, w celu porównania myśli tych zagadnień i dostarczenia tą drogą materiału, któryby ułatwił naszym czynnikom prawodawczym i rządowym osiągnięcie najbardziej celowych rozstrzygnięć, został zwołany Pierwszy Zjazd Inżynierów Budowlanych. Ma on

na celu wyraźne określenie i skonkretyzowanie w stosunku do społeczeństwa roli i odpowiedzialności inżyniera w budownictwie w warunkach współczesnych.

Takiego skonkretyzowania pod kątem widzenia współczesności wymaga przede wszystkim dobro ogólne, dobro Państwa.

R É S U M É

L'auteur rappelle le rôle éminent de l'art du bâtiment, comme activité humaine strictement liée avec la culture générale. Tandis que dans les autres domaines du travail

technique l'utilitarisme des buts occupe une place dominante, — dans l'art du bâtiment, outre l'élément utilitaire, se manifeste l'élément émotif — la beauté des constructions.

Tandis que jadis ces éléments étaient tous les deux l'objet de l'activité créatrice d'un seul homme, aujourd'hui, dans la plupart des cas, chacun d'eux est la domaine de deux activités distinctes: l'un — celui de l'ingénieur, l'autre — celui de l'architecte.

L'auteur se prononce pour une délimitation exacte du rôle de ces deux spécialistes, dont chacun devrait occuper une place propre dans l'industrie du bâtiment.

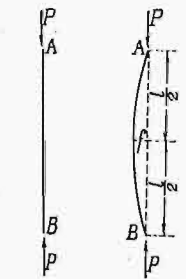
Prof. Inż. Dr. W. WIERZBICKI

Istota wyboczenia prętów prostych

Zjawiska spowodowane ścisaniem pręta prostego, zbadane po raz pierwszy przez Euler'a, wywołują dotąd jeszcze szereg nieporozumień co do swej istoty i co do możliwości ich badania matematycznego.

Celem niniejszych uwag jest przyczynienie się do usunięcia tych nieporozumień.

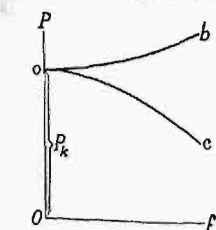
Wyobraźmy sobie pręt pryzmatyczny, doskonale prosty, wykonany z materiału odkształcalnego, doskonale jednorodnego, i obciążony dwiema siłami, zaczepionymi do jego końców i skierowanymi wzdłuż jego osi (rys. 1). Jeżeliby podobny pręt znajdował się w pewnej przestrzeni abstrakcyjnej, w której nie działa siła ciężkości i w której nie bywa żadnych zmian atmosferycznych, wówczas pręt mógłby ulec skróceniu, nie mógłby jednak się wygiąć, niezależnie od wartości sił podłużnych, gdyż nie byłoby tu żadnych przyczyn, mogących wygięcie takie spowodować.



Rys. 1. Rys. 2.

Wiemy jednak z doświadczenia, że pręty proste, znajdujące się w warunkach, odpowiadających ich przeznaczeniu, lub też w warunkach pracowni naukowej, nie pozostają stale prostymi pod działaniem sił osiowych, lecz mogą również się wygiąć. Zjawisko to, zwane zwykle wyboczeniem, wyobrażamy sobie w ten sposób, iż pręt prosty, obciążony podłużnie przez siły stale wzrastające P , pozostaje prosty tylko do pewnej wartości siły podłużnej P_k , po przekroczeniu zaś tej wartości ulega wygięciu.

Porównując ze sobą, z jednej strony, sposób zachowania się pręta prostego ściskanego osiowo w omówionej wyżej przestrzeni abstrakcyjnej, z drugiej zaś sposób zachowania się jego w zwykłych warunkach świata fizycznego, możemy stwierdzić, narazie ogólnikowo, iż przyczyna zjawiska wyboczenia tkwi w odchyleniu się tych ostatnich warunków od doskonałości matematycznej.



Rys. 3.

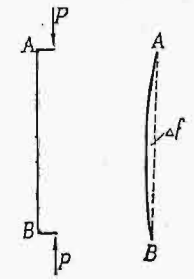
Jeżeli oznaczymy przez f ugięcie pręta w jego środku (rys. 2), wówczas zależność

$$f = F_1(P) \dots (1)$$

przedstawia się zapomocą wykresu na rys. 3.

Wynika stąd, iż do wartości siły podłużnej $P = P_k$, zwanej siłą krytyczną, pręt ściskany pozostaje prosty (t. j. $f = 0$), po osiągnięciu zaś tej wartości (a więc przy $P \geq P_k$) ugięcia wzrastają bardzo szybko, przyczem krzywej (1) może odpowiadać, w zależności od materiału, bądź krzywa ob, bądź krzywa oc, bądź wreszcie krzywa, zajmująca pewne położenie pośrednie między nimi.

Wszystkie niemal odchylenia warunków, w których znajduje się rzeczywisty pręt prosty, od warunków omówionych wyżej, w których wyboczenie pręta ściskanego osiowo nie może mieć miejsca, można wyrazić przez wprowadzenie do schematu rys. 1 dla siły P pewnego małego mimośrod (rys. 4), lub też pewnego małego początkowego wykrzywienia pręta (rys. 5), które mogą mieć charakter bądź stały, bądź też chwilowy. A więc np. różnica temperatury na dwóch przeciwległych powierzchniach pręta wywołuje zakrzywienie się jego i jest źródłem mimośrodu siły P , niejednorodność materiału powoduje tu większy skrót włókien z jednej strony, niż z drugiej, i znowu jest źródłem zakrzywienia, wreszcie wstrząsy mogą za sobą pociągnąć bądź wygięcie pręta, bądź też przesunięcie się siły względem jego osi i tem spowodować mimośród siły podłużnej.



Rys. 4. Rys. 5.

Schemat mechaniczny rys. 4—5 jest jednak zasadniczo różny od schematu rys. 1, z którego korzystaliśmy, określając zjawisko wyboczenia.

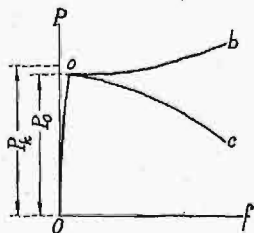
Istotnie, o ile mimośród siły podłużnej występuje już przy najmniejszych wartościach siły, wówczas od samego początku przebiegu zjawiska mamy do czynienia nietylko ze ścisaniem, ale i ze zginaniem pręta prostego. Ma to również miejsce i przy pewnym początkowym wykrzywieniu pręta.

Początkowe wykrzywienie pręta lub mimośród jego obciążenia, będące wyrazem mechanicznym odchylenia warunków rzeczywistych, w jakich znajduje się pręt prosty, od warunków hipotetycznych, muszą być uważane, jak wspomniano wyżej, za małe w porównaniu z wymiarami pręta. Muszą one być tak małe, aby pręt nie wykazywał dających się zmierzyć ugięć dotąd, dopóki siła podłużna nie przekroczy pewnej wartości. Gdy to jednak nastąpi, wówczas początkowe niedostrzegalne

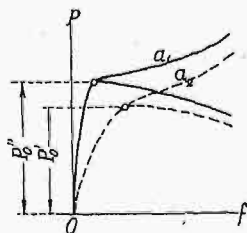
wykrzywienie pręta może spowodować dostrzegalne (dające się zmierzyć) jego wygięcie. Można to wytłumaczyć w ten sposób, iż mimośród Δf (lub odpowiednie zakrzywienie) wywołuje moment $\mu_1 = \Delta f \cdot P$ tego samego rzędu, co mimośród Δf . Moment μ_1 powoduje ugięcie η_1 , to zaś — dodatkowy moment $\mu_2 = \eta_1 P$. Moment μ_2 powoduje dodatkowe ugięcie η_2 i t. d. Ugięcia η , dodając się do siebie w pewien sposób, mogą dać łącznie ugięcie technicznie dostrzegalne (skończone) f .

Wykres rys. 3, przystosowany do schematu rys. 4 i 5, przybierze postać wykresu przedstawionego na rys. 6. Rysunek ten wykonany jest w skali skazonej, gdyż dopóki siła podłużna nie przekracza pewnej wartości, ugięcia zmieniają się mniej więcej proporcjonalnie do siły P i są tego samego rzędu, co mimośród Δf . Nie powinnyby więc one we właściwej skali figurować na tym samym rysunku, co ugięcia innego rzędu f . Również i siła P_0 (pewnego rodzaju optimum P), odpowiadająca rozpoczęciu się szybkiego wzrostu ugięć (ugięć technicznie dostrzegalnych), nie powinna się różnić na rysunku od wartości krytycznej P_k z rys. 3. W skali nieskazonej nie powinnyby się rysunki 3 i 6 różnić od siebie.

Gdyby początkowe wykrzywienie pręta lub mimośród jego obciążenia miały dostrzegalną wartość a , wówczas wykres 6 przybrałby postać przedstawioną na rys. 7, przyczem punkt o (na

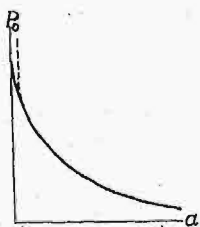


Rys. 6.



Rys. 7.

rysunku kółko), w którym następuje załamanie się krzywej wykresu, będzie tem wyraźniej zaznaczony, im mniejsze będzie a ; tem większa będzie również wartość siły P_0 , przy której to załamanie ma miejsce (na rys. 7 $a_1 > a_2$ ¹⁾).



Rys. 8.

Zależność między wielkościami P_0 i a , czyli zależność

$$P_0 = F_2(a) \quad (2)$$

może być przedstawiona zapomocą wykresu rys. 8.

W warunkach hipotetycznych, omówionych wyżej, krzywa wykresu 8 powinna zbliżać się asymptotycznie do osi P_0 , gdyż przy $a = 0$ nie mogłoby tu być mowy o wyginaniu się pręta, a więc powinnoy $P_0 = \infty$.

W rzeczywistych jednak warunkach świata fizycznego, jak zaznaczono wyżej, przy a technicznie niedostrzegalnym (w pewnym sensie nieskończenie małym) jest $P_0 \approx P_k$, t. j. tej wartości siły

podłużnej (siły krytycznej), przy której pręt, w granicach dokładności pomiarów prosty, zaczyna ulegać nagle technicznie dostrzegalnemu (skończone-mu) ugięciu.

Można więc tu uważać, iż

$$P_k = \lim_{a \rightarrow 0} |P_0| = \lim_{a \rightarrow 0} |F_2(a)| \quad (3)$$

czyli że siła krytyczna jest to granica, do której dąży wartość siły P_0 , odpowiadającej punktowi załamania się krzywej zależności (1) przy mimośrodku pręta, zmierzającym do zera.

Wynika stąd, iż, dążąc drogą doświadczalną do wyznaczenia siły krytycznej P_k , właściwie przyjmujemy za siłę tę jedną z sił P_0 , otrzymaną bezpośrednio z doświadczenia, przyczem dokładność wyznaczenia siły P_k będzie tem większa, im mniejsza będzie wielkość a , czyli im mniej będzie odbiegało doświadczenie od warunków hipotetycznych, omówionych wyżej.

Skoro pręt prosty znajduje się pod działaniem siły osiowej równej $P = P_k$, wówczas mały przyrost siły podłużnej może spowodować, zgodnie z rys. 3, wielkie ugięcie pręta. Mówimy w tych wypadkach, iż pręt znajduje się w stanie równowagi niestatecznej.

Niestateczną jest więc przy $P = P_k$ prostolinjowa równowaga pręta.

Zjawisko podobne do przejścia prostolinjowej równowagi pręta w równowagę krzywolinjową, po przekroczeniu przez siłę podłużną wartości P_k , zachodzi i w przypadku mimośrodu siły podłużnej po przekroczeniu przez tę siłę wartości P_0 . W tym przypadku nie może być wprawdzie mowy o przejściu równowagi prostolinjowej w krzywolinjową, gdyż pręt jest tu wykrzywiony od samego początku obciążenia, można jednak twierdzić, iż przy $P > P_0$ następuje nagle zmiana w prawie zmienności funkcji (1), pociągająca za sobą szybki wzrost ugięć pręta (por. rys. 7). Wobec analogii, mającej miejsce między zachowaniem się pręta prostego, ściskanego ściśle osiowo, po przekroczeniu przez P wartości P_k , a zachowaniem się pręta ściskanego mimośrodowo po przekroczeniu przez P wartości P_0 , możemy nazwać stan równowagi pręta ściskanego mimośrodowo przy $P = P_0$ stanem równowagi quasi-niestatecznej. Mamy tu oczywiście na uwadze niezbyt duże mimośrody a .

Najbardziej wyraźnie zaznacza się różnica między stanem równowagi niestatecznej pręta ściskanego ściśle osiowo a stanem równowagi quasi-niestatecznej pręta ściskanego mimośrodowo na przypadku pręta doskonale sprężystego, t. j. takiego, którego odkształcenia znikają po usunięciu się sił, wywołujących odkształcenie. Mianowicie pręt sprężysty, znajdujący się pod działaniem siły podłużnej równej lub większej od siły krytycznej, wygina się, o ile pręt dozna pewnego chwilowego zakrzywienia, spowodowanego przez przyczynę, która natychmiast została usunięta. Pręt jest więc utrzymywany w postaci krzywolinjowej tylko przez siły podłużne i, o ile te siły staną się mniejsze od siły krytycznej, wraca on do swego kształtu doskonale prostego. Przeciwnie, w przypadku pręta sprężystego, ściskanego mimośrodowo, pręt pozostaje zakrzywiony i przy $P < P_0$.

¹⁾ Vide: W. Wierzbicki, O powstawaniu zjawiska zjawiska wybożenia, Przegląd Techniczny, 1932 r.

W przypadku pręta niesprężystego różnica między stanem równowagi niestatecznej a stanem równowagi quasi-niestatecznej zaznacza się mniej wyraźnie, gdyż niedostrzegalne (nieskończenie małe) zakrzywienie pręta (lub mimośród siły podłużnej), które nie mogło wprowadzić wywołać dostrzegalnych ugięć pręta przy $P < P_0 \approx P_k$, lecz które spowodowało takie ugięcia przy $P > P_0 \approx P_k$, nie znika nietylko przy $P < P_k$, lecz nawet przy $P = 0$.

Można więc rozróżnić następujące przypadki ściskania prętów, narażonych na wygięcie:

I) Przypadek, gdy pręt sprężysty jest ściskany w sposób ściśle osiowy, tak iż tylko pewna chwila przyczyna zakrzywiająca może tu wywołać działanie zginające sił podłużnych (wyboczenie w sensie właściwym, matematycznym).

II) Przypadek, gdy działanie zginające sił podłużnych jest spowodowane przez ich pewien początkowy mimośród lub zakrzywienie pręta, przy czym mimośród lub zakrzywienie jest małe (jakby nieskończenie małe) w porównaniu do poprzecznych wymiarów pręta, nie poddaje się bezpośredniemu pomiarowi i nie powoduje dostrzegalnych

ugięć przy $P < P_0 \approx P_k$ (wyboczenie w sensie fizycznym).

III) Przypadek, gdy mimośród sił podłużnych nie jest wielkością, dającą się pominąć w porównaniu do wymiarów poprzecznych pręta, i wywołuje w sposób wyraźny zginające działanie sił podłużnych już przy małych P (ściskanie mimośrodowe).

R É S U M É

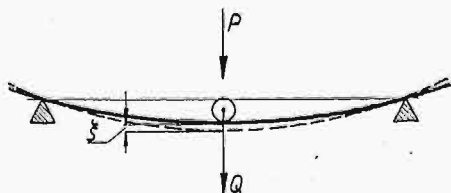
Ayant rappelé que le phénomène du flambage, quoique connu depuis longtemps, est toujours encore la cause de beaucoup de malentendus en ce qui concerne son essence et les possibilités de son analyse mathématique, l'auteur le soumet à examen et en montre les traits caractéristiques. Il prouve que dans le cas idéal la barre droite, étant chargée de bouts, ne subit aucun fléchissement, tandis que dans le cas réel le flambage se forme sous l'influence d'une cause quelconque privant la barre des conditions de perfection mathématique (excentricité minime de la charge, différence des températures des bouts de la barre, anisotropie du matériel etc.), d'où à la compression axiale s'ajoute la flexion de la barre.

L'analyse de ce phénomène, illustrée par des diagrammes (fig. 6—8), conduit l'auteur à une classification des cas de flambage comprenant 3 catégories.

Inż. H. KRAKOWIAK

Powstawanie drgań mechanicznych

Jednym z najprostszyc przypadków powstawania drgań mechanicznych jest ten, gdy do układu sprężystego przyłożymy siłę, a następnie w pewnej chwili usuniemy ją i układ pozostawimy samemu sobie. Tak np., jeżeli belkę opartą swobodnie na dwóch podporach i obciążoną ciężarem Q obciążymy jeszcze dodatkowo pewną siłą P , a potem ją zagną usuniemy, wówczas stwierdzimy, że belka poczyna wykonywać drgania (rys. 1).



Rys. 1.
 ξ — wychylenie belki z położenia równowagi.

Zamiast przykładać i usuwać siłę P , możemy na układ sprężysty wywrzeć nacisk chwilowy, np. przez uderzenie; wtedy także otrzymujemy efekt podobny.

Omawiane zjawisko drgania wytłumaczyć można własnościami sprężystości układu. Pod działaniem dodatkowej siły P powstają w belce odkształcenia i z nimi związane naprężenia sprężyste. Układ wchłania pewną ilość pracy odkształcenia pod postacią energii potencjalnej. Z chwilą wyswobodzenia układu, odkształcenia sprężyste maleją, energia potencjalna zamienia się na energię kinetyczną. Następuje wielokrotna częściowa za-

miana obu tych postaci energii, — a to właśnie stanowi istotę drgania.

Bliższa analiza podanego zjawiska wskazałaby, że drganie, jakie wykonywa belka obciążona ciężarem Q , jest bardzo złożone. Okazuje się jednak, że ten ruch drgający może być uważany jako wypadkowy bardzo wielu drgań prostych, elementarnych.

Taki najprostszyc ruch drgający będzie wykonywać belka z ciężarem Q , o ile założymy, że jest nieważka. Mówiąc ściślej, będziemy mieli wtedy do czynienia z drganiem tylko samego ciężaru Q . W tym przypadku daje się łatwo stwierdzić, że drganie ciężaru Q na belce sprężystej i nieważkiej jest ruchem prostym, harmonicznym, którego równania:

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = -\omega^2\xi \quad \dots \quad (1)$$

$$\text{i } \xi = \xi_0 \sin(\omega t + a) \quad \dots \quad (2)$$

są powszechnie znane. Znane jest również znaczenie fizyczne parametru ω oraz takie pojęcia, jak amplituda ξ_0 , okres drgań $\tau = \frac{2\pi}{\omega}$ oraz częstość drgań lub liczba okresów drgań na 1 sek:

$$f = \frac{1}{\tau} = \frac{\omega}{2\pi}$$

Drganie opisane zachodzi bez udziału sił zewnętrznych. Działają tutaj jedynie siły sprężystości belki i — jak łatwo można byłoby okazać, w każdym okresie drgania zachodzi odwracalna zamiana energii kinetycznej na potencjalną. W ka-

źdej chwili suma obu tych ilości energii jest wielkością stałą. Takie drganie, które odbywa się bez udziału sił zewnętrznych, nazywa się *własnym* swobodnym, a jego okres drgań τ nosi nazwę *okresu drgań własnych* układu. Jest to wielkość niezmiernie ważna, zarówno w teorii, jak i w zagadnieniach praktycznych, dotyczących drgań mechanicznych.

Równanie (2)

$$\xi = \xi_0 \sin(\omega t + \alpha)$$

wskazuje, że ruch taki winien trwać nieograniczenie długo, albowiem dla jakkolwiek dużego t istnieje zawsze skończona wartość wychylenia ξ . Codzienne doświadczenie uczy jednak, że ruchów takich nie ma, gdyż istnieją zawsze opory, hamujące drgania. Wskutek tych oporów kolejne amplitudy drgań maleją z biegiem czasu, wreszcie zanikają — i drganie ustaje. Ten rodzaj drgań, odpowiadający bardziej warunkom realnym, nazywa się *drganiami własnymi tłumionymi*.

Oporami hamującymi ruch drgający są siły zwane *tłumiącymi*, a ich źródło leży albo w *tarcia* zewnętrznej, jak np. w tarcia hydrodynamicznym powietrza, pary lub cieczy, albo w tarcia pomiędzy powierzchniami, albo też w tarcia wewnętrznej, w t. zw. lepkości samego materiału, z jakiego zbudowany jest układ drgający.

Jak uwidatnia się wpływ oporów w sposób liczbowy — trudno ogólnie powiedzieć. Zależy to od tego, w jakim np. ośrodku odbywa się drganie. W teorii przyjmuje się zazwyczaj, że siły tłumiące w ośrodkach hydrodynamicznych są wprost proporcjonalne do pierwszej lub drugiej potęgi chwilowej szybkości ruchu. Bywa jednak i tak, że opór pod względem wielkości jest stały, niezależny od szybkości ruchu, zmienia tylko kierunek wraz ze zmianą kierunku szybkości. Gdybyśmy np. uwzględnili ten jedyny przypadek, gdy opór jest wprost proporcjonalny do pierwszej potęgi szybkości chwilowej, to równanie drgania tłumionego byłoby w postaci różniczkowej:

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} + 2n \frac{d\xi}{dt} + \omega^2\xi = 0, \quad \dots (3)$$

a w postaci skończonej — w pewnym szczególnym przypadku *):

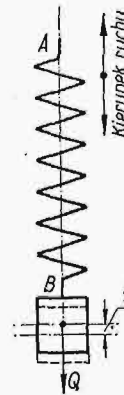
$$\xi = e^{-nt} (A \cos \omega_0 t + B \sin \omega_0 t).$$

W przeciwieństwie do poprzednio uzyskanego wyniku, stwierdzimy tutaj, że kolejne amplitudy maleją, stając się zerem, co prawda dopiero po upływie nieskończenie długiego czasu. Ponieważ jednak czynnik e^{-nt} maleje bardzo szybko, praktycznie więc już po upływie krótkiego czasu wychylenia stają się tak małe, że są prawie równe zeru.

Rozpatrzone drgania własne, swobodne lub tłumione, powstają — jeszcze raz to podkreślimy — na skutek nagłego wytrącenia układu sprężystego z położenia równowagi. Nie są to oczywiście jedne i najważniejsze przypadki powstawania drgań. Technicznie ważniejszy jest ten przypadek, gdy na układ działa siła zmienna, okresowa, tak zw. siła wzbudzająca. Pod działaniem tej siły układ sprężysty wykonywa drgania już w y m u-

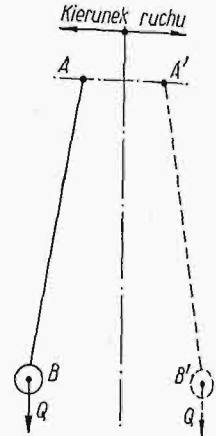
szone. Jest rzeczą oczywistą, że obok drgań wymuszonych siła wzbudzająca wywoła także drgania własne układu. Te jednak wskutek tłumienia zanikną i pozostaną tylko drgania wymuszone.

Dla ilustracji, że siła okresowo zmienna, działająca na układ sprężysty, wzbudza drgania układu, może służyć następujący przykład. Weźmy ciężarek Q (rys. 2), zawieszony na dostatecznie miękkiej sprężynie, której górny koniec trzymamy w ręce. Końcowi temu nadajemy ruch w kierunku pionowym kolejno w górę i na dół. Stwier-



Rys. 2.

ξ — wychylenie ciężaru z położenia równowagi.



Rys. 3.

dzimy, że w ten sposób uzyskamy drgania ciężarka na sprężynie. Innym przykładem może być następujący. Górnemu końcowi nici, na której jest zawieszony znowu ciężar Q (rys. 3), nadajemy ręką ruch w kierunku poziomym kolejno w prawo i w lewo. I tutaj powstaje ruch drgający, wahadłowy ciężarka Q .

W najprostszej swej postaci siła okresowo zmienna daje się wyrazić jako

$$P = P_0 \sin \omega_1 t, \quad \dots (4)$$

gdzie P_0 oznacza wartość szczytową tej zmiennej siły, a ω_1 — pewien parametr proporcjonalny do częstości zmian siły P . W ogólnym natomiast przypadku siłę okresowo zmienną można wyrazić przy pomocy nieskończonego szeregu trygonometrycznego

$$P = R + \sum_1^{\infty} P_i \sin i \omega_1 t + \sum_1^{\infty} Q_i \cos i \omega_1 t.$$

Gdybyśmy znali wielkość siły P , to każdą z sił R , P_i i Q_i potrafilibyśmy wyznaczyć przy pomocy metody stosowanej do określania współczynników szeregu Fouriera. Okoliczność ta jest niezmiernie ważna, gdyż okazuje się, że każda z tych sił składowych wzbudza właściwe sobie drgania wymuszone, a w wyniku ostatecznym powstaje drganie wypadkowe, które jest skutkiem interferencji wszystkich drgań składowych.

Uwagi powyższe dowodzą, że aby omówić drgania wymuszone, wystarczy przypuścić, że na układ drgający działa siła wzbudzająca w postaci najprostszej:

$$P = P_0 \sin \omega_1 t.$$

Równanie różniczkowe ruchu wzbudzonego tą siłą ma kształt:

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} + 2n \frac{d\xi}{dt} + \omega^2\xi = p_0 \sin \omega_1 t \quad \dots (5)$$

*) Eliminujemy przypadek ruchu aperiodycznego, dla $n > \omega$.

Rozwiązanie tego równania daje dwie funkcje: jedna z nich ujmuje drgania własne układu, zależne od parametru ω . Te drgania, jak wiadomo, wskutek tłumienia zanikają — i ich rozpatrywać nie trzeba. Druga funkcja wyraża drgania trwałe, wymuszone, ich równanie jest

$$\xi = C \sin(\omega_1 t - \alpha), \dots (6)$$

gdzie amplituda C równa się:

$$C = \frac{p_0}{\sqrt{(\omega^2 - \omega_1^2)^2 + 4n^2 \omega_1^2}}$$

Zwróćmy odrazu uwagę, że ze wzorów (4) i (6) widać, iż okres drgań wymuszonych $\tau_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}$ równy jest dokładnie okresowi zmian siły wzbudzającej.

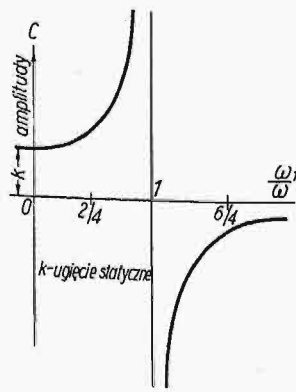
Istnieje tylko przesunięcie fazy między wychyleniem i siłą: wychylenie podąża, jak mówimy, za siłą. Znaczy to, że siła wprawdzie osiąga swoje ekstremum, niż związane z nią wychylenie. Szczegół ten, napozór teoretycznego znaczenia, znajduje ważne zastosowanie praktyczne, np. przy wykresach w maszynie Ławaczek - Heymana *).

Jeżeli przyjąć, że drgania wymuszone zachodzi bez tłumienia, wówczas $n = 0$ i amplituda takich drgań byłaby:

$$C = \frac{p_0}{\omega^2 - \omega_1^2} \dots (7)$$

Zależność amplitudy C od stosunku $\frac{\omega_1}{\omega}$ podana

jest na rys. 4. Widoczne jest, że jeżeli częstość zmian siły wzbudzającej ω_1 zbliża się do częstości drgań własnych ω , wtedy w granicy $\omega_1 = \omega$, mianownik staje się zerem i amplituda drgań wymuszonych osiąga wartości nieskończenie wielkie. Ten przypadek w technice jest bardzo ważny, — i on właśnie decyduje o wielkiej doniosłości częstości drgań własnych układu. Gdy więc $\omega_1 = \omega$ mówimy, że układ drga w rezonansie, że istnieje stan rezonansu (współbrzmienia). O częstości zaś zmian siły wzbudzającej ω_1 powiadamy wówczas, że jest to częstość krytyczna. Jeżeli siła wzbudzająca ma źródło w ruchu obrotowym mas niewyrównoważonych**), wtedy częstość jej zmian równa się liczbie obrotów — i w tym przypadku, gdy częstość ta równa się częstości drgań własnych ω , mówimy, że masy wirują lub że maszyna obraca się z krytyczną liczbą obrotów.

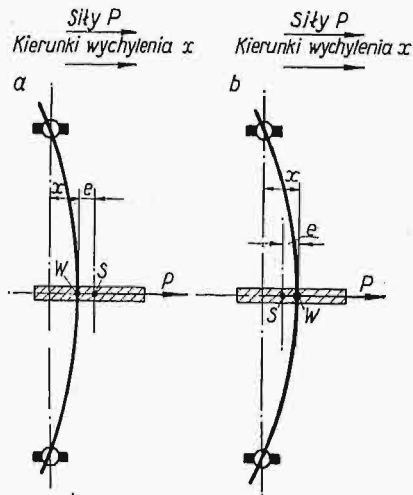


Rys. 4.

Praktycznie nie trzeba, aby częstość siły wzbudzającej była dokładnie równa częstości drgań własnych układu, by mieć zjawisko współbrzmienia.

Wystarczy pewna między nimi różnica δ , aby amplitudy stawały się nadmiernie duże i w materiale maszyny wywoływały niebezpieczne naprężenia wibracyjne.

Zwróćmy jeszcze uwagę na równanie (7) oraz na wykres rys. 4. Widoczne jest: 1-o że gdy $\frac{\omega_1}{\omega} < 1$ to kierunki amplitudy i siły wzbudzającej są zgodne, gdy $\frac{\omega_1}{\omega} > 1$, — kierunki ich są odwrotne, w przeciwnej fazie, oraz 2-o że w miarę wzrostu ω_1 amplitudy maleją. I ten szczegół, pozornie teoretyczny, wyjaśnia nam zachowanie się tarczy wirującej, osadzonej na góbkim wale, fakt znany od czasu doświadczeń de Laval'a nad jego turbiną (rys. 5). W miarę powiększania liczby obrotów,



Rys. 5.

S — środek ciężkości tarczy; W — środek wału; e — mimośród; P — siła odśrodkowa.

Rys. a odpowiada położeniu tarczy przy liczbie obrotów poniżej krytycznej, rys. b — powyżej krytycznej.

Przy a kierunki wzrostu P i x są zgodne, przy b — odwrotne.

a więc wzrostu ω_1 , siła odśrodkowa P , pochodząca stąd, że środek ciężkości S nie leży na geometrycznej osi obrotu, wywołuje duże wychylenie x . O ile jednak przejść szybko ponad krytyczną liczbę obrotów, środek ciężkości przeskakuje między wał i geometryczną oś obrotu, kierunki siły i wychylenia zmieniają wzajemnie swój kierunek — i wychylenia maleją. W miarę dalszego jeszcze powiększania liczby obrotów wychylenia zmniejszają się, środek ciężkości zbliża się do geometrycznej osi obrotu — i w rezultacie wał wygięty wiruje dokoła środka ciężkości tarczy. Zaznaczmy, że rozważania te są słuszne tylko wtedy, gdy masa wałka może być uważana za zero, t. zn. gdy wałek jest cienki, a więc góbkii — oraz gdy nie istnieje tłumienie *).

W warunkach rzeczywistych należy się liczyć zawsze z tłumieniem ($n \neq 0$). Amplitudy takich drgań

$$C = \frac{p_0}{\sqrt{(\omega^2 - \omega_1^2)^2 + 4n^2 \omega_1^2}}$$

są zilustrowane na wykresie rys. 6, również w zależności od stosunku $\frac{\omega_1}{\omega}$. Z wykresu widać: 1-o

że na wielkość amplitud wpływa bardzo tłumienie, 2-o że maksymalne ich wartości są skończone i 3-o że nie przypadają one dokładnie w warunkach rezonansowych. Praktycznie jednak ujmujemy tę sprawę tak, że mówimy w dalszym ciągu o największych amplitudach w stanie rezonansu $\omega_1 = \omega$. Gdy układ drgający pracuje w tych warunkach, wtedy nieduża siła może nadmiernie

*) Por. A. Stodola: Dampfturbinen, str. 355, wyd. 1922 r.
*) Por. dalej ustęp o działaniu mas niewyrównoważonych.

*) Por. prof. W. Chrzanowski: Turbiny parowe, str. 9, wyd. 1923 oraz art. prof. M. T. Hubera. Przegl. Techn. 1925 r.

rozkołysać układ i wywołać naprężenia wibracyjne, grożące zniszczeniem.

Zwrócimy tu jeszcze uwagę na skrajne przypadki w tym wykresie, gdy stosunek $\frac{\omega_1}{\omega}$ jest dostatecznie mały i gdy jest bardzo duży. Gdy $\frac{\omega_1}{\omega}$ jest małe, t. zn. gdy częstość drgań własnych jest bardzo duża w porównaniu z częstością zmian siły wzbudzającej, lub inaczej — gdy zmiany siły wzbudzającej zachodzą bardzo powoli, to warunki ruchu nie będą wiele się różnić od warunków statycznych. Przypadek ten można upodobnić do statycznego działania siły na układ. Układ wykonywa ruch zgodny ze zmianami siły. Okoliczność tę trzeba np. uwzględniać w indykatorach maszyn parowych. Aby indykator był dobry, części jego ruchome, a więc tłoczek, sprężyna, przyrząd piszący muszą podążać za zmianami ciśnienia. Ruch musi być zgodny ze zmianą kierunku siły. Osiągamy to wtedy, gdy częstość drgań własnych części sprężystych indykatora jest dużo większa od częstości zmian ciśnienia.

Dla przykładu można podać obliczenie następujące^{*)}. Tłoczek indykatora ma pole $F=1,2 \text{ cm}^2$, jego ciężar oraz ciężar drążka i przyrządu piszącego $Q=0,06 \text{ kg}$. Wychylenie rysika na każdą atmosferę wynosi 2,4 mm przy stosunku drogi rysika i tłoczka $n=4$. W tych warunkach siła działająca na tłoczek przy 1 atm będzie:

$$1 \times 1,2 = 1,2 \text{ kg},$$

a ugięcie sprężyny pod działaniem tej siły

$$2,4 \times \frac{1}{4} = 0,06 \text{ cm}.$$

Stała sprężyny

$$C = \frac{1,2}{0,06} = 20 \text{ kg/cm}.$$

Jest to oczywiście wielkość siły, która wywoła ugięcie 1 cm sprężyny. Stąd częstość drgań własnych indykatora będzie:

$$f = \frac{1}{\tau} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{gC}{Q}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{981 \cdot 20}{0,06}} \approx 91 \text{ 1/sek}.$$

Taką częstość drgań własnych $f=91$ zmian na 1 sek, należy uważać za wystarczająco dużą w porównaniu z częstością zmian w zwykłych maszynach parowych — i dlatego wykresy indykatora są dostatecznie wiernym obrazem przebiegu zmian ciśnienia w cylindrze.

Jeżeli w drugim krańcowym przypadku stosunek $\frac{\omega_1}{\omega}$ jest bardzo duży, wówczas częstość drgań własnych jest znacznie mniejsza od częstości zmian siły. Inaczej, siła wzbudzająca musi być o wysokiej częstotliwości w porównaniu z częstotliwością drgań własnych. Jeżeli tak jest, można powiedzieć, że układ sprężysty posiada dużą „bezwładność wibracyjną”. Praktycznie oznacza to, że układ nie bierze udziału w drganiach. Własność tę wyzyskujemy np. w przyrządach pomiarowych, jak sejsmografach lub w wibrografach, notujących wielkość amplitud. Tu bowiem część sprężysta musi pozostawać w spoczynku, gdy bębnek, na

którym rysuje się fale wychyleń, bierze udział w ruchu drgającym.

Omówione rodzaje drgań, jakkolwiek stanowią tylko część zjawisk wibracyjnych, wystarczają aby już na ich podstawie móc omówić ważniejsze przypadki drgań, napotymane w technice. Wspomnieliśmy, że drgania mechaniczne powstają głównie z dwóch powodów:

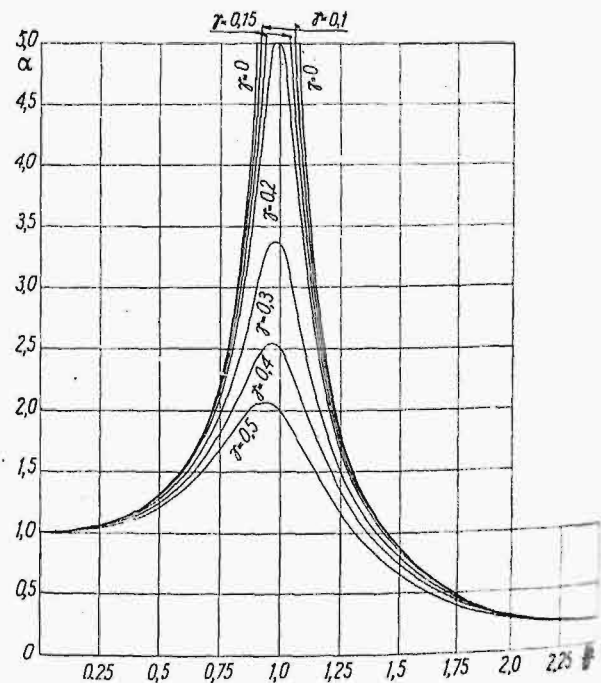
1-o — gdy przez uderzenie lub przyłożenie i nagłe usunięcie siły układ zostaje wytrącony z położenia równowagi;

oraz

2-o — gdy na układ sprężysty działają siły okresowo zmienne.

Z kolei należy zająć się pytaniem, co jest przyczyną pojawiania się tych sił zmiennych, gdzie leży ich źródło wzbudzenia. Oświetlimy to na kilku przykładach.

Bardzo ważnym przykładem drgań pod wpływem działania sił okresowo zmiennych jest drganie fundamentu maszyny parowej^{*)}. Jeżeli maszynę i fundament przyjąć za układ izolowany, to jasną jest rzeczą, że siły, pod których wpływem porusza się tłok i cały mechanizm korbowy, są siłami wewnętrznymi i — jako takie — nie mogą wpłynąć na zmianę położenia środka ciężkości układu. Ten środek ciężkości pozostaje w spoczynku. Jeżeli przez S oznaczymy środek ciężkości mechanizmu ruchomego, a więc tłoka, drąga tłokowego, krzyżulca, korbowodu i korby, a przez S_1 — środek ciężkości cylindra, ramy i fundamentu, to mechanika nas poucza, że skoro punkt S przesunie się w prawo, to punkt S_1 winien przesunąć się w lewo. A zatem cylinder z ramą i fundamentem przesuwa się w stronę odwrotną do kierunku ruchu tłoka. Przy ruchu postępowo-zwrotnym części ruchomych maszyny parowej, fundament wykonywa ruchy wahadłowe. Są to wła-



Rys. 6.

^{*)} Por. prof. S. Timoszenko: Teoria drgań, Moskwa 1932, str. 22.

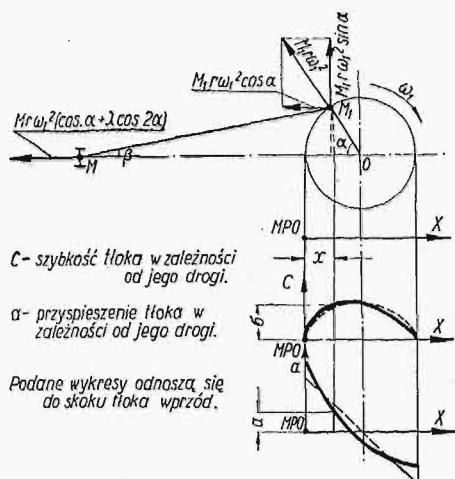
^{*)} W danym razie — jednocylinndrowej.

śnie drgania fundamentu. Takie ruchy wahadłowe dają się w sposób szczególnie jaskrawy zaobserwować podczas pracy lokomobili parowej, osadzonej na kołach. Ponieważ tutaj niema fundamentu, punkt S_1 jako środek ciężkości niedużych stosunkowo mas cylindra maszyny i kotła wykonywa znaczne ruchy oscylacyjne.

Dla liczbowego, zresztą przybliżonego ujęcia zagadnienia drgań fundamentu należy ustalić, pod wpływem jakich sił powstają te ruchy drgające. W tym celu podzielamy masę korbowodu w sposób odpowiedni (rys. 6) na masę M_1 umiejscowioną w czopie korby oraz masę M umiejscowioną w czopie krzyżulca. Zadanie tak postawione jest nieco uproszczone, ponieważ należałoby przedtem rozstrzygnąć, w jakim stopniu ruch mas M i M_1 odbiega pod względem dynamicznym od ruchu korbowodu jako całości. Otóż siła dynamiczna masy M_1 na czopie korby:

$$M_1 r \omega_1^2$$

posiada dwie składowe: pionową $M_1 r \omega_1^2 \sin \omega_1 t$ i poziomą $M_1 r \omega_1^2 \cos \omega_1 t$. Działanie zaś drugiej masy M ,



Rys. 7.

umiejscowionej w czopie krzyżulca, wynika z równania drogi, przebytej przy ruchu korbowym. Droga tłoka (rys. 7):

$$x = r(1 - \cos \omega_1 t) \pm l(1 - \cos \beta),$$

po odpowiednim przekształceniu i uproszczeniu daje się wyrazić jako:

$$x = r(1 - \cos \omega_1 t) \pm \frac{r^2}{2l} \sin^2 \omega_1 t.$$

Stąd przyspieszenie masy znajdującej się w czopie krzyżulca:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = r \omega_1^2 (\cos \omega_1 t \pm \lambda \cos 2 \omega_1 t)$$

i odpowiednia siła dynamiczna, w myśl zasady d'Alemberta, będzie:

$$M r \omega_1^2 (\cos \omega_1 t \pm \lambda \cos 2 \omega_1 t).$$

Podczas więc pracy maszyny parowej powstaje pozioma siła okresowo zmienna

$$M_1 r \omega_1^2 \cos \omega_1 t + M r \omega_1^2 (\cos \omega_1 t \pm \lambda \cos 2 \omega_1 t)$$

i ona wywołuje drgania fundamentu w kierunku poziomym. Są to drgania poprzeczne, giętne. Oprócz tego fundament ulega jeszcze drganiom

pionowym, podłużnym wskutek działania siły okresowo zmiennej w kierunku pionowym

$$M_1 r \omega_1^2 \sin \omega_1 t.$$

Siła pozioma wzbudzająca składa się z dwóch składowych. Pierwsza posiada częstość zmian

$$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi}$$

równą liczbie obrotów maszyny, druga składowa ma częstość dwa razy większą. Z tego wynikałoby, że jest dwie krytyczne szybkości maszyny parowej. Pierwsza, — gdy liczba obrotów maszyny parowej równa się częstości drgań własnych, i druga, — gdy liczba obrotów równa się połowie teje częstotliwości. Gdyby np. silnik pracował przy jednej z tych szybkości, wówczas mielibyśmy efekt rezonansu. W tym przypadku należałoby się liczyć z ewentualnym zniszczeniem fundamentu oraz ze znacznym przenoszeniem drgań na otoczenie.

Drganie fundamentów, obok skutków natury mechanicznej, związane jest także ze stratą energii, wytwarzanej przez maszynę parową. Na podtrzymanie bowiem drgań wymuszonych musi być zużyta pewna część energii, co powoduje zmniejszenie sprawności mechanicznej silnika. Ta strata mocy silnika daje się ująć w przybliżeniu rachunkiem, jeżeli oprzeć się na równaniu ruchu falowego. Została ona również potwierdzona — zresztą w pewnym szczególnym przypadku — doświadczeniem A. Sommerfelda *).

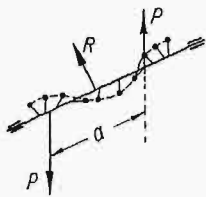
W rozpatrzonym przykładzie maszyny parowej źródło siły wzbudzającej drgania leży w kinematycznych warunkach ruchu układu korbowego. Innym przykładem powstawania sił wzbudzających jest niewyrównoważenie mas wirujących. To źródło siły jest daleko ważniejsze dla techniki budowy maszyn, gdyż właśnie z chwilą wprowadzenia w życie maszyn o wielkich rozmiarach, w których duże masy wirują z wielkimi szybkościami, zagadnienie drgań w sposób wyraźny zostało postawione na dzisiejszym poziomie.

Wiadomo z mechaniki, że wał z osadzonemi na nim wirnikami przy ruchu obrotowym nie wywiera na łożyska żadnej reakcji, jeżeli oś obrotu jest zarazem osią główną momentów bezwładności. Praktycznie oczywiście nie można tego osiągnąć. Ani rozkład materiału, ani wysoka klasa obróbki nie pozwala na taki geometryczny rozdział mas, iżby warunek ten był spełniony. Istnieje zawsze pewne niewyrównoważenie masy. Istota niewyrównoważenia mas polega na następującem. Wyobraźmy sobie pewną masę wirującą **) i podzielmy ją płaszczyznami prostopadłemi do osi na poszczególne elementy. Można założyć, że środek ciężkości każdego z elementów nie leży na osi obrotu, lecz oddalony jest o pewien mimośród x . Przypuśćmy, że miejscem geometrycznym środków ciężkości wszystkich elementów jest linja według rys. 8. Przy ruchu obrotowym, w każdym z tych elementów powstaje siła bezwładności, przyłożona w jego środku ciężkości i skierowana

*) Por. artykuł prof. M. T. Hubera, Przegl. Techn. 1932, str. 322.

**) W. Hort, Technische Schwingungslehre. 1922, str. 230.

od osi nazewnątrz. W ten sposób podczas wirowania powstaje układ sił, leżących w płaszczyznach równoległych. Układ taki daje się zredukować do jednej siły R oraz do jednej pary sił o momencie L . Siła R jest przyłożona w środku ciężkości całej masy i równa się



Rys. 8.

$$R = Ma\omega_1^2$$

Przy ruchu obrotowym siła ta posiadać będzie dwie składowe: pionową i poziomą:

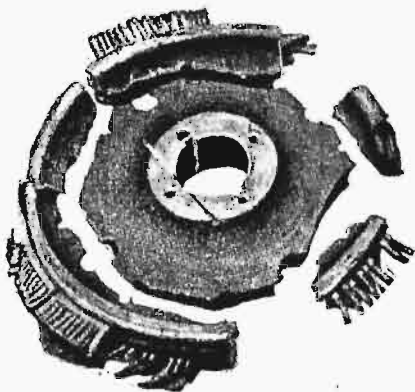
$$R_1 = Ma\omega_1^2 \sin \omega_1 t \quad \text{i} \quad R_2 = Ma\omega_1^2 \cos \omega_1 t,$$

które jako okresowo zmienne wzbudzać będą drgania w kierunku pionowym i poziomym. Podobnie jest z momentem L . W czasie ruchu powstają dwa momenty pulsujące, które wywoływać będą odpowiednie drgania skrętne wału maszyny.

Jeżeli zważyć, że w obecnych np. turbinach wirniki mają znaczne masy oraz duże szybkości kątowe, — stanie się jasnym, że siły bezwładności, wzbudzone wskutek niewyrównoważenia mas, mogą być bardzo duże i mogą powodować bardzo wielkie drgania. Dlatego też w dzisiejszej technice budowy maszyn zagadnienie wyrównoważenia mas jest pierwszorzędnej doniosłości. Masy wirujące bada się na specjalnych maszynach np. Lavaşek-Heymana, gdzie niewyrównoważenie daje się zasadniczo usunąć zapomocą umieszczenia dwóch dodatkowych mas na stronach czołowych wirnika.

W turbinach parowych istnieją również warunki powstawania sił okresowo zmiennych, pod których wpływem wirniki i łopatki zostają wprawiane w ruch drgający. Znaczna ilość ciężkich uszkodzeń wirników, szczególnie na gruncie Anglii i Ameryki, powstała wskutek drgań.

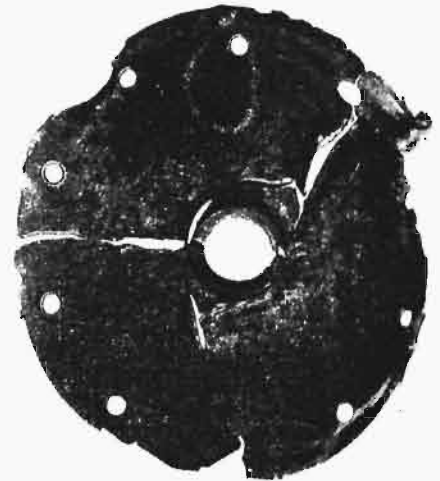
Wirniki turbin parowych pękają albo pod wpływem działania sił odśrodkowych albo też wskutek drgań. Rys. 9 podaje obraz zniszczenia wir-



Rys. 9.
Rozerwanie tarczy wirnika przez siły odśrodkowe.
5 000 kW.
3 600 obr./min.

nika przez nadmierne naprężenia wywołane siłami odśrodkowymi. Widać tam wyraźnie charakterystyczne rozerwanie na części. Częstsze jednak bywały wypadki, gdy uszkodzenia nosiły zupełnie odmienny charakter, jak to jest widoczne z rys. 10. Wskazują to pęknięcia, powstałe wyraźnie na tle zmęczenia materiału. Pęknięcia te brały początek od otworów wyrównawczych lub rowków na klin w piąście lub wreszcie z zagięcia

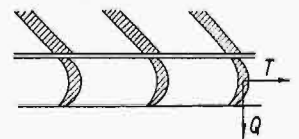
przy przejściu tarczy wirnika w piastę, tam gdzie zazwyczaj istnieje zagęszczenie naprężeń. Poważne względy przemawiały za tem, że przyczyny tego rodzaju uszkodzeń nie można było odnieść do działania sił odśrodkowych ani do wad materiału,



Rys. 10.
Uszkodzenie tarczy wirnika wskutek drgań.

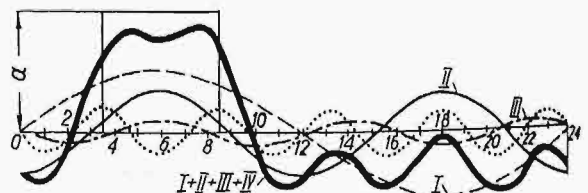
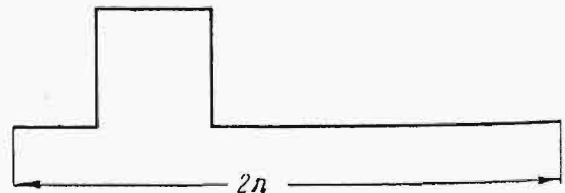
z jakiego wirnik został zbudowany. Wysunięto hipotezę, a następnie wyjaśniono ostatecznie, obliczono i sprawdzono doświadczalnie, że wirniki mogą podlegać drganiom giętnym-prostopadłym do środkowej płaszczyzny ich tarczy.

Para wychodząca z dysz lub kanałów koła kierowniczego, przepływając przez kanały koła wirnika, wywiera na łopatki nacisk, który posiada dwie składowe (rys. 11*): jedną — osiową, wyginającą wirnik i łopatki w kierunku prostopadłym do środkowej płaszczyzny tarczy wirnika, drugą — styczną, wykonującą użyteczną pracę turbiny i wyginającą łopatki w kierunku stycznym do obwodu.



Rys. 11.

Dla przykładu weźmy turbinę z zasilaniem na części obwodu przy pomocy grupy dysz, umieszczonych np. na 1/5 obwodu, — i rozważmy ruch i pracę jednej łopatki. Podczas obrotu, w chwili gdy łopatka mija dysze, co zatem trwa na długości 1/5 obwodu, działa na nią para o stałym ciśnieniu



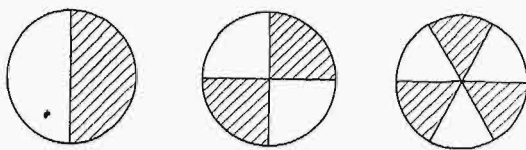
Rys. 12.

*) Por. prof. S. Timoszenko. Teogja drgań, Moskwa 1932, str. 270, oraz artykuł W. Horta, V. D. I. 1926, str. 1377.

niu. Gdy łopatką wyjdzie poza obręb dysz, takie działanie pary ustaje. Rys. 12 podaje obraz działania zmiennego pola ciśnienia, w jakim wiruje rozważana łopatką. Powyższy wykres przedstawia jednocześnie siłę, jako pewną funkcję o okresie 2π , którą można rozwinąć w szereg Fouriera

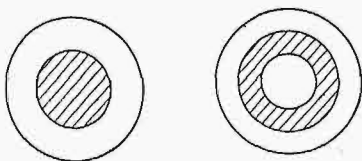
$$f(t) = R + \sum_1^{\infty} P_i \sin i \omega_1 t + \sum_1^{\infty} Q_i \cos i \omega_1 t.$$

Mamy więc do czynienia z pewną siłą stałą, działającą trwale na łopatkę R , oraz układ nieskończonej wielu sił zmiennych, zmieniających się w/g prawa sinusoidy, a te — jak wiadomo — wzbudzają drgania. Wszystkie te siły, człony szeregu Furiera, posiadają odpowiednie zmienne składowe osiowe, powodujące drgania wirnika i łopatek w kierunku osi turbiny, oraz zmienne składowe styczne, wywołujące drgania łopatek w kierunku stycznym do obwodu.



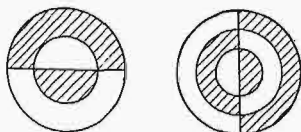
Rys. 13. Drganie tarczy ze średnicami, jako liniami węzłowymi.

Drgania tarcz wirników pod działaniem podanych sił upodobnić można do drgań płyty sprężystej. Jeżeli płytę pokrytą cienką warstwą piasku zamocować w jednym punkcie i wprawić ją w ruch drgający, wówczas piasek zostaje odrzucany z tych części płyty, które posiadają najsilniejsze drgania, i gromadzi się w miejscach wolnych od drgań. Tworzą się wtedy wyraźne kontury pewnych figur, zw. figurami Chladni'ego. Są to linie węzłowe, miejsca geometryczne punktów nie biorących udziału w drganiach. Te linie węzłowe rozdzielają płytę na układ poszczególnych obszarów, z których każde dwa sąsiednie znajdują się w przeciwległych fazach drgania.



Rys. 14. Drganie tarczy, z kołami współśrodkowymi, jako liniami węzłowymi.

Przy płytach okrągłych powstają figury w/g rys. 13 z 1, 2, 3... średnicami jako liniami węzłowymi, albo w/g rys. 14 z 1, 2, 3... kołami współśrodkowymi.



Rys. 15. Drganie tarczy ze średnicami i kołami współśrodkowymi, jako liniami węzłowymi.

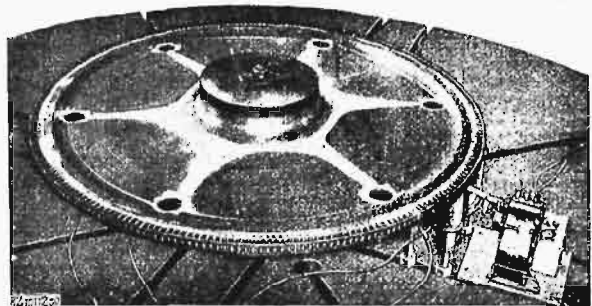
wymi, wreszcie w/g rys. 15 z kołami współśrodkowymi i średnicami jako węzłami. W turbinach zasadniczo ma się do czynienia z drganiami tarcz wirnikowych z węzłami wzdłuż średnic. Jeżeli częstość zmian którejkolwiek ze składowych sił szeregu Fouriera $\frac{i \omega_1}{2\pi}$ równa się częstości drgań własnych wirnika $\frac{\omega}{2\pi}$, wówczas siła ta wzbudzi

duże drgania poprzeczne i wywoła znaczne dodatkowe naprężenia gnące. Oczywiście jest stąd, że sprawa określenia liczby drgań własnych tarczy posiada wielką doniosłość praktyczną. Oblicza się ją na podstawie równania energetycznego:

$$\Phi_k = \Phi_i + \Phi_0,$$

gdzie Φ_k — energia kinetyczna drgającej tarczy, Φ_i — energia potencjalna odkształcenia, Φ_0 — energia pracy sił odśrodkowych. Siły odśrodkowe wyprostowują tarczę, zapobiegając wyginaniu się jej, a to podwyższa częstość drgań własnych.

Przy obliczaniu częstości drgań własnych należy uwzględnić fakt nierównomiernego ogrzewania się wirnika. Podczas pracy wirnika w parze powstają dodatkowe naprężenia termiczne: ściskające — w gorącym wieńcu, i rozciągające w zimniejszych częściach ciała wirnika. Praca tych odkształceń Φ_i powinna być uwzględniona w zasadniczym równaniu energetycznym.



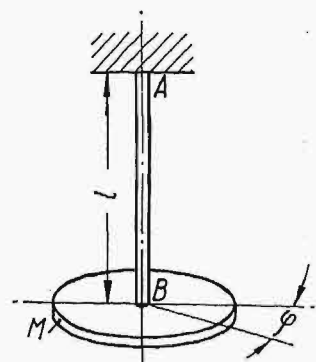
Rys. 16. Drganie tarczy wirnika z 3 średnicami węzłowymi. Drgania są tu wzbudzone elektromagnesem. widocznym z prawej strony rysunku.

Uszkodzenia łopatek kół wirnikowych trzeba również w wielu razach złożyć na karb drgań mechanicznych, pod wpływem działania sił okresowo-zmiennych, mających swe źródło w różnych zaburzeniach w rozdziale pary na wieńcu łopatkowy. Nie omawiając bliżej tych zjawisk, przejdziemy obecnie do t. zw. drgań skrętnych (torsyjnych). Jeżeli wziąć pręt o przekroju kołowym według rys. 17, którego jeden koniec jest zamocowany trwale, a na drugim końcu osadzony jest krążek o masie M , — i jeżeli krążek ten skrócić o pewien kąt φ , a następnie nagle wyswobodzić go i pozostawić układ samemu sobie, — wtedy powstaną t. zw. swobodne drgania skrętne. W szczególnym przypadku, gdy masę pręta można pominąć, uwzględniając jedynie masę krążka M , równanie drgań skrętnych będzie:

$$Mk^2 \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = - C \varphi,$$

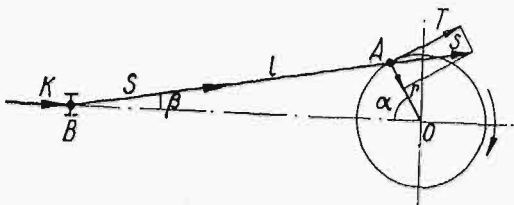
gdzie k — ramię bezwładności krążka względem jego środka.

Drgania podobnego typu, a więc drgania skrętne



Rys. 17.

ne swobodne, powstają w wałach turbin parowych w chwili, gdy zmienia się zapotrzebowanie mocy. Jeżeli ruch jest ustalony, to wirnik generatora i wirnik turbiny obracają się wspólnie, w jednym i tym samym rytmie, jak ciało sztywne. Z chwilą zwiększenia zapotrzebowania mocy, wzrasta natychmiast moment skręcający — i ta nadwyżka jego podziela na jeden z wirników w ten sposób, jak gdyby drugi z wirników był zamocowany. Otrzymuje się tedy układ drgający upodobniony do układu według rys. 17. W silnikach korbowych istnieją jednak specjalne warunki kinematyczne, powodujące powstawanie momentu kręcającego, nie działającego chwilowo, lecz okresowo zmiennego, wzbudzającego w wałach głównych wymuszone drgania skrętne. W maszynie parowej jednocylindrowej (rys. 18) jedną z sił zewnętrznych, działają-



Rys 18.

cych na czop korby, jest tak zw. siła styczna T , wykonywająca pracę użyteczną silnika. Wielkość tej siły, zależna od nacisku pary na tłok K , wyraża się wzorem

$$T = K \frac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\cos \beta}$$

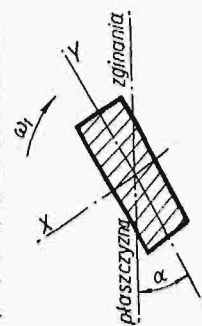
i daje się wyznaczyć z wykresów indykatorowych, jako funkcja okresowo zmienna. Siła ta jest zmienna — i ona właśnie wytwarza zmienny moment kręcający wał $T \times r$, pod którego wpływem powstają wymuszone drgania skrętne. Mając wykres indykatora, można zbudować odpowiedni wykres sił stycznych, który przy pomocy t. zw. analizy harmonicznej daje się rozłożyć na składowe szeregu Fouriera, różnej wysokości rzędów. Każda z tych sił wytwarza odpowiedni moment kręcający, który wywołuje właściwe jemu drgania skrętne wału. Z powyższego wynika, że wał maszyny parowej pracuje przy układzie bardzo wielu prędkości krytycznych — i jeżeli liczba obrotów maszyny równa się jednej z tych liczb zmian okresów drgań własnych układu, wówczas w wale powstają silne drgania skrętne. W tym razie mamy do czynienia z dużymi naprężeniami wibracyjnymi, które w skutku swym mogą spowodować uszkodzenia wału.

We wszystkich przytoczonych wyżej przykładach, drgania mechaniczne są uwarunkowane istnieniem z jednej strony sił, wzgl. momentów chwilowych lub okresowo zmiennych, z drugiej strony — własnościami sprężystymi materiału, z jakiego układ jest zbudowany. Drgania harmoniczne zachodzą wtedy, gdy stała sprężystość nie zależy ani od wielkości wychyleń, ani od czasu. Na zakończenie warto jest przytoczyć przykład, gdy źródło siły wzbudzającej drgania leży w

samej konstrukcji. Wywołane drgania uwarunkowane są zmiennością stałej sprężystości, zależną od czasu. Będą to drgania już nie harmoniczne, lecz t. zw. quasi-harmoniczne. Wyobraźmy sobie wałek, wsparty na dwóch podporach i obciążony siłą skupioną Q . W stanie statycznym ugięcie wałka będzie

$$\delta = \frac{Ql^3}{48 EJ'}$$

gdzie E — moduł Younga, J — osiowy moment bezwładności przekroju. Przy ruchu obrotowym — o ile układ jest doskonale wyrównowany — wielkość ugięcia pozostaje bez zmiany. Analogia pracy takiego wałka i wałka drgającego jest ta, że i w danym przypadku powstają zmienne naprężenia włókien. Jeżeli teraz wyobrazimy sobie, że wałek jest belką o przekroju nie kołowym, lecz np. prostokątnym, wówczas podczas obrotu moment bezwładności J jest zmienny, zależny od kąta nachylenia osi głównych do płaszczyzny zginania (rys. 19). Zmiennosc J , zależna od kąta nachylenia α , który ze swej strony zależny jest oczywiście od czasu, pociąga za sobą zmienność wielkości ugięcia belki. Przy ruchu obrotowym powstają tedy drgania. Są to drgania quasi-harmoniczne. W realizacji praktycznej z takim przypadkiem mamy do czynienia np. w wirnikach generatorów prądu elektrycznego. Ciało wirnika posiada rowki na zwoje drutu, wskutek czego wielkość przekroju, a z nim i moment bezwładności J , jest zmienna.



Rys. 19.

NOWE WYDAWNICTWA*)

- Atlas konstrukcji spawanych. Część I. Spawanie autogeniczne. Oprac. Inż. P. Tułacz. Wyd. Stowarzyszenia dla rozw. spawania i cięcia metali w Polsce. Str. 51 tekstu i 111 atlasu. Katowice 1933.
- Przepisy projektowania i wykonywania stalowych konstrukcji spawanych w budownictwie, wydane przez Min. Spraw Wewn. dn. 6.X. 1933 r. Objąsnienia podał Prof. St. Bryła. Str. 53, rys. 29. Nakł. Stow. dla rozwoju spaw. i cięcia metali w Polsce. Warszawa 1934. Cena zł. 2,50.
- Praca w odlewniach żeliwa pod względem bezpieczeństwa i higieny. Inż. St. Roszkowski. Wyd. Instytutu Spraw Społecznych. Str. 168, rys. 54. Warszawa 1933.
- Walzwerkwesen wydał J. Puppe i G. Stauber. Tom II. Str. 524, rys. 610. Nakł. J. Springer. Berlin 1934. Cena RM. 110.
- Die Technologie des Edelmetalles. Inż. A. Kropf. Str. 258, rys. 96. Wyd. W. Knapp. Halle 1934. Cena RM 12,80.
- Nebenerwerbs-Siedelungen für Kurz- und Vollarbeiter. Oprac. W. Holz z polecenia firm A. Krupp i Siemens. Str. 102, rys. 24. Wyd. J. Springer 1934. Cena RM 3,60.
- Die Dampfkessel nebst ihren Zubehörteilen und Hilfseinrichtungen. R. Spalckhaver i A. Rüster. Ergänzungsband. Str. 190, rys. 338. Wyd. J. Springer. Berlin. Cena RM. 32.

*) Wszystkie podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego”, Warszawa, ul. Czackiego 3.

Inż. H. HERBICH

Najnowsze prądy w technice budowy zapór *)

Przyczyny odkształceń zapór ciężkich.

18 referatów, zgłoszonych na ten temat, rozważa zagadnienie istotnych ruchów zapór ciężkich, które różnymi metodami były badane. Dotychczasowe teorie niedostatecznie wyczerpywały ten temat, dlatego też doświadczenia zdobyte w ostatnich latach przy budowie zapór i w laboratoriach, których bogate wyniki są zestawione w wyszczególnionych niżej referatach, wysuwają nowe wnioski i opisują nowe metody oraz przyrządy, które będą musiały znaleźć zastosowanie w przyszłych konstrukcjach.

M. W. Lang (Szwajcaria) stwierdza, że w ostatnim dziesięcioleciu przeprowadzono w Szwajcarii obserwacje odkształceń zapór betonowych i murowanych różnej konstrukcji. Pomiarów wykonywane były metodą trygonometryczną, przyczem używano b. czułych teodolitów i niwelatorów.

Wyniki badań doprowadziły do wniosków następujących: 1) poziome przesunięcia zapór naogół były małe i nie przekraczały 25 mm; 2) wszystkie badane zapory wykazały pewne, możliwe do zaobserwowania przesunięcia; 3) we wszystkich wypadkach przesuwanie to ma kierunek stały (z wodą) i wartość przeciętną stałą (np. zapora w Amsteig przesuwała się o 3 mm na 6 lat); 4) fundamenty zapór nie ulegały naogół przesuwananiu, z wyjątkiem zapory Rempen, gdzie przesunięcie fundamentów zauważono na całej długości; 5) pionowe ruchy były również możliwe do zaobserwowania, były jednak niezależne od wysokości stanu wody w zbiorniku.

Dr. A. Kaech i H. Juillard (Szwajcaria) wypowiadają zdanie, że trygonometryczna metoda pomiarów odkształceń zapór, dająca dokładność od 0,5 do 1 mm, jest możliwa do stosowania tylko do wysokich zapór. Nie daje ona dobrych wyników w zastosowaniu do zapór poniżej 30 m wysokości oraz do dolnych (położonych w pobliżu fundamentów) części zapór wysokich. Autorzy zastosowali swoją metodę, mającą na celu określenie ugięcia zapory oraz ustalenie ruchu poszczególnych punktów, obranych w zaporze na podstawie nieprzerwanych, długotrwałych obserwacji. Przyrządy używane do tego celu były nast.: wahadło pionowe Lote'go i podziałka klinometryczna Juillard'a, pozwalające na przeciętną dokładność 0,1 mm dla całej wysokości zapory. Metoda ta zastosowana była na trzech zaporach zakładu wodno-elektrycznego Oberhasli, a mianowicie: Spitallamm (114 m wysokości, wybudowanej w okresie 1928 — 1931), Gelmer (30 m wys.) i Seeuferegg (30 m wys.).

Referat pp. F. Boesch'a i M. Roš'a (Szwajcaria) zawiera opis rozpoczętych badań metodą trygonometryczną na zaporze Garichte. Zapora ta została wybudowana w 1930/1931 roku z bloków betonowych o wymiarach: wysokość 1,2—1,8 m, długość 10—15 m, szerokość 15—10 m.

*) Dokończenie do str. 278 w zsz. 9 z r. b.

Dr. Inż. H. Grengg (Austria) opisuje pomiary odkształceń zapór w Austrii. Wykonywano je metodą trygonometryczną na 4 zaporach alpejskich o wymiarach podobnych, a wysokościach w granicach od 24 do 34 m.

Badania dotyczyły głównie: 1) ustalenia odkształceń zapór po bezpośrednim napełnieniu zbiornika oraz 2) ustalenia stałych odkształceń w dłuższym okresie czasu przez badania perjo-dyczne w równych odstępach czasu w ciągu szeregu lat. Badania te wykazały, iż, wobec podobnych wymiarów obserwowanych 4 zapór, ruchy ich były podobne. We wszystkich wypadkach zauważono wyraźny wpływ naporu wody, jednak dotychczasowe wyniki nie pozwalają na ustalenie formuły zależności w poszczególnych zaporach. Badania te należy więc prowadzić systematycznie w ciągu dłuższego okresu lat.

Dr. Inż. K. Terzaghi (Austria), opisując metody pomiarów ruchów zapór betonowych, poleca nową metodę badania odkształceń. O wartości zmian w kierunku pionowym sądzić można z obserwacji stanów wody w zainstalowanych rurach pionowych na koronie i dolnej części zapory. Obserwacje zmian w kierunku poziomym zaleca autor uskutecznić zapomocą dużych wahań, do 4 m długości. Referat nie zawiera wiadomości, czy metoda ta była już w praktyce stosowana.

M. Coynne (Francja) mówi o wpływie temperatury wewnętrznej na odkształcenia zapór ciężkich. W referacie podano opis metod i aparatów, używanych we Francji do obserwacji odkształceń zapór i wahań temperatur. Niektóre z tych obserwacji prowadzone są od 1862 r., np. na zaporze Grosbois, która istnieje od 1831 roku. Obserwacje te pozwoliły autorowi na wyciągnięcie następujących wniosków: 1) odkształcenia zapory i fundamentów następują z opóźnieniem w stosunku do przyczyny, która je wywołuje, t. j. wahań stanów wody w zbiorniku. Mają one zatem charakter odkształceń sprężystych; 2) odkształcenia te są większe, niż wypada to z obliczeń teoretycznych, z czego wnioskować można, iż istnieje przyczyna, która nie jest brana pod uwagę w obliczeniach, np. nasycenie muru wodą; 3) pomiary miejscowych odkształceń, wykonane różnymi przyrządami, wykazują duże różnice, zależne od miejsca i czasu pomiaru.

Prof. Fr. Vogt (Norwegia) rozważa naprężenia cieplne w grubych zaporach betonowych. Badania wykazały, iż okres rozwijania najwyższych temperatur w betonie ogranicza się do pierwszego tygodnia po odlewie, lecz wiązanie cementu portlandzkiego rozwija w dalszym ciągu ciepło w ciągu 6 miesięcy. Na podnoszenie się temperatury ma wpływ szybkość wykonania betonu, jak również przenikanie w beton zmian temperatur atmosferycznych.

Referat zawiera pozatem interesujący opis badań odkształceń zapory na modelu gumowym.

Prof. Dr. P. Joye (Szwajcaria) podaje opis

szczególowych badań, mających na celu: 1) wybór odpowiednich przyrządów do pomiarów temperatury w betonie; 2) ich najodpowiedniejsze usytuowanie w murze zapory; oraz 3) wyniki pomiarów temperatur, zaobserwowane przez autora.

Wyniki te zestawione są w poniższej tabeli:

Temperatura w ° C na początku i na końcu doświadczenia		Czas trwania doświadczeń godz.	Położenie
20°	37,8°	66	Środek masywu
30°	35,6°	84	1 m pod powierzchnią masywu
2°	19,5°	192	Środek masywu
2°	16°	210	2 m pod powierzchnią masywu
23,5°	34°	84	0,15 m pod powierzchnią

Eiichiro Ishii (Japonja) omawia wpływ temperatury wewnętrznej i odkształceń zapór ciężkich na podstawie badań, wykonanych podczas budowy zapory Komako (78 m wysokości) na rzece Sho. Użyto do tego celu 28 termometrów, zainstalowanych równomiernie w przekroju zapory; instalacja ta i obserwacje natrafiły na szereg trudności. Najwyższą temperaturę zanotowano + 55° C, a najwyższy wzrost temperatury 30° C; dotyczyło to betonu o zawartości 210 kg cementu na 1 m³ betonu. Obserwacje te pozwoliły na ułożenie formuł praktycznych dla najniższych i najwyższych temperatur, odpowiadających punktom różnie sytuowanym w zaporze. Charakterystyczne krzywe przebiegu temperatur podaje rys. 4.

Pomiary szerokości fug dylatacyjnych w różnych położeniach i warunkach stwierdziły, że współczynnik rozszerzalności zapory ma wartość dwa razy mniejszą, niż wykazały uprzednie badania szczegółowe.

W części środkowej zapory rozmieszczono fugi dylatacyjne w odstępach po 27 m i nie doprowadzono ich do fundamentów; okazało się jednak, iż rozpiętość ta jest za duża, pozatem fugi te należało dociągnąć do fundamentów, gdyż powstały rysy pionowe w zaporze.

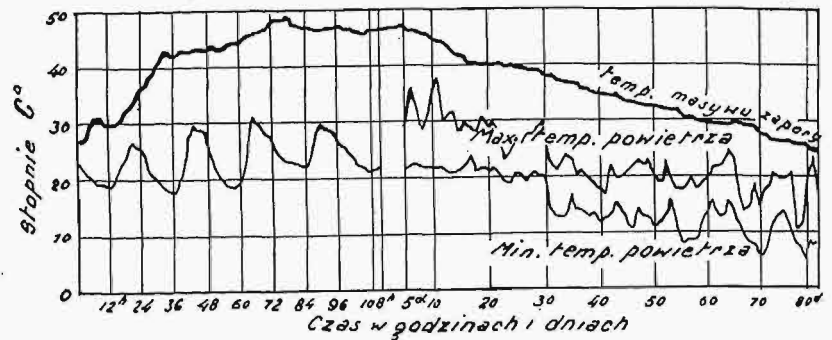
Dr. Ing. E. Probst (Niemcy). Autor opisuje wyniki pomiarów odkształceń zapór ciężkich na budowie dwóch zapór: Schluchsee i Bleiloch (obydwie ok. 60 m wysokości). Najwyższy wzrost temperatury zanotowano w granicach 24 — 31° C, w zależności od usytuowania termometrów w zaporze. Na podstawie pomiarów rozszerzalności zapór i rozważań wpływu temperatur na naprężenia, autor dochodzi do wniosku, iż rozpiętość fug dylatacyjnych w zaporach o wysokości ok. 50 m nie

powinna naogół przekraczać 15 m, a w wyższych zaporach — 10 m.

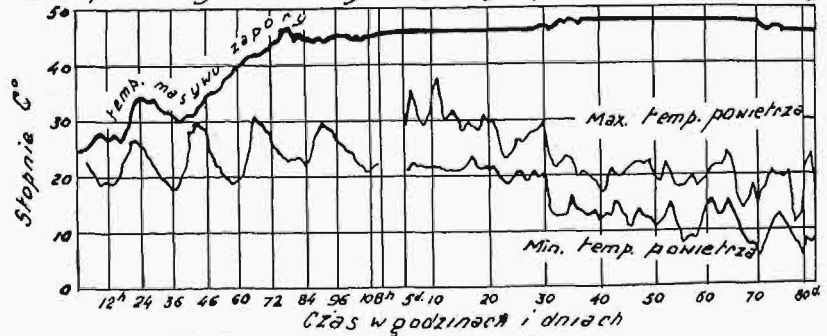
J. E. Houk i B. W. Steele (Stany Zjednoczone Ameryki Północnej). Referat zawiera tabele, które dają przegląd wyników wszystkich pomiarów temperatur wewnątrz zapór, wykonanych w Ameryce do 1931 r., oraz opis nowych badań, stosowanych przy budowie dwóch nowych zapór. Najwyższą notowaną temperaturą w betonie było 62° C w zaporze Ariel w Oregon, a najwyższy wzrost temperatury 39° C.

Prof. G. A. Nielander (Rosja) referuje wyniki badań zapory „Dnieprostroj”. Jak wiadomo,

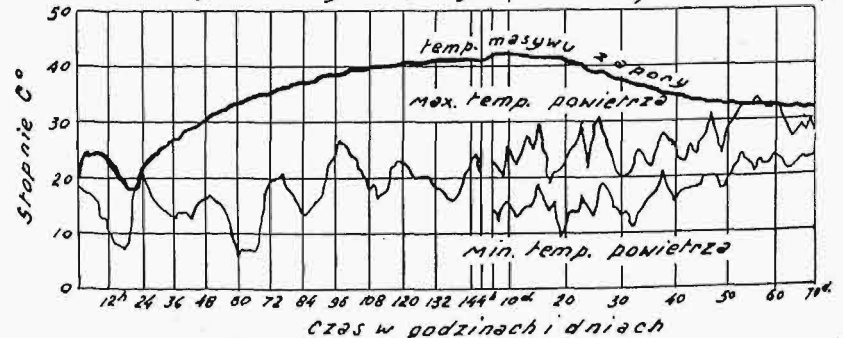
9 m poniżej korony zapory (na brzegu masywu)



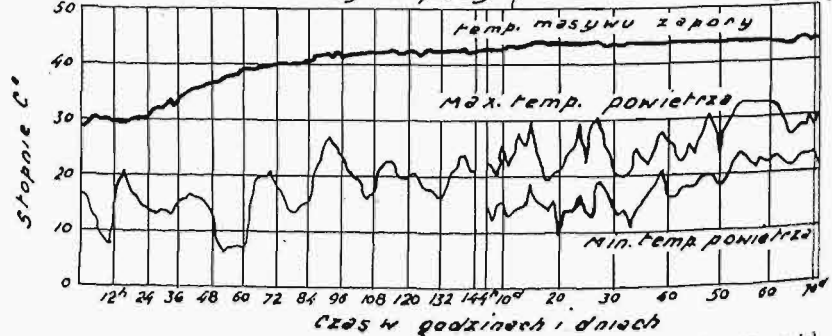
9 m poniżej korony zapory (w środku masywu)



40 m poniżej korony zapory (na brzegu masywu)



40 m poniżej korony zapory (w środku masywu)



Rys. 4. Przebieg temperatur wewnętrznych w zaporze Komako (Japonja).

w r. ub. ukończono budowę tego największego w Europie zakładu wodno-elektrycznego o mocy zainstalowanej 540 000 kW, wytwarzanej w 9-ciu turbogeneratorach po 60 000 kW. Wymiary zapory: 1000 m długości i 52 m wysokości pochłonęły największą ilość betonu, jaką do tej pory użyto w Europie na jedną zaporę. Równocześnie dla ułatwienia żeglugi wybudowano kanał żeglugi z 3-ma śluzami komorowemi. W okresie lat 1930 — 1932 przeprowadzono szereg badań i pomiarów w zaporze, która składa się z bloków o wymiarach 42 m wysokości, 39 m szerokości i 6,5 m grubości. Temperaturę mierzono teletermometrami akustycznymi, które wykazały najwyższy wzrost temperatur w granicach od 17 do 20° C. Ponieważ temperatury mierzone były w dolnych częściach bloków, należy przypuszczać, że w górnych częściach wzrost temperatury był większy. Referat zwraca uwagę na duże naprężenia, jakie powstają w pierwszym okresie po budowie zapory, wobec nierównego wzrostu temperatur w masywie.

N. Ibrahim B'ey (Egipt) opisał wypadki pęknięć zapór, budowanych w Egipcie. Wszystkie zapory egipskie wykazują rysy, powstające wskutek zmian temperatur. Powstawanie tych rys jest godne uwagi przede wszystkim w zaporach, znajdujących się w gorącej strefie Egiptu, a więc w Asuanie, Asuicie i Esnie. Rysy powstają również, chociaż nie tak często, w zaporze Zifta w dolnym Egipcie, gdzie wahania temperatury nie są już tak znaczne. Charakterystyczne jest, iż — z wyjątkiem drugiego podwyższenia zapory w Asuanie — nigdzie nie liczone się z możliwością tworzenia się rys wskutek zmian temperatury, nawet w ostatnio budowanej zaporze Nag Hamadi nie przewidziano fug dylatacyjnych. Referat zawiera interesujące sprawozdanie z pomiarów rys, powstających w tej ostatniej zaporze; pomiary wykonano w okresie 1927-1930, mierząc rysy co 5 dni w dwóch arkadach zapory.

A. Haegelen (Francja). Wyniki pomiarów i obserwacji, dokonywanych na zaporach, autor starał się wyrazić w formie matematycznej. Przede wszystkim zajmował się wahaniami temperatur, które powstają wskutek wiązania cementu, kurczenia się betonu oraz wpływu temperatur powietrza i wody. Autor otrzymał bardzo interesujące zależności w okresie stygnięcia betonu. Przy założeniu, że temperatura otoczenia jest stała, a temperatura bloku betonowego jest wyższa od niej — obniżenie temperatury bloku o 1/5 różnicy początkowej następuje:

w blokach z betonu grubości:	w czasie:
1 m	5 dni
5 "	4 miesiące
10 "	1 roku i 4 miesiące
20 "	5 lat i 5 miesiące

Wpływ wahań temperatur powietrza przedstawiony jest w postaci dwóch krzywych sinusoidalnych, z których jedna posiada okres roczny, a amplitudę równą różnicy między max. i min. przeciętnych temperatur dobowych, druga krzywa posiada okres dobowy.

Prof. dr. E. Abel, prof. dr. P. Fillunger, dr. O. Redlich, dr. inż. Sandri (Austria) opisują badania termiczne cementu związanego. Jak wiadomo, temperatura wewnętrzna betonu wzrasta jeszcze w ciągu paru miesięcy po wykonaniu zapory. W celu zbadania tego zjawiska Austriacki Komitet Energetyczny przeprowadził szereg badań laboratoryjnych czystego cementu. Stwierdzono, iż po zmieszaniu cementu z wodą w kalorymtrze w ciągu pierwszych 33 godzin temperatura wzrasta w takim tempie, iż metodą obroną dokładnie tempa wzrostu temperatury ocenić nie można; wzrost ten był w każdym razie większy od 100° C. Dalszy dobowy wzrost temperatury w ciągu 98 dni wykazuje niższe zestawienie:

Okres czasu w godzinach i dniach po zarobieniu cementu z wodą	Przeciętny wzrost temperatury w ciągu doby
34—38 godzin	26,1° C
2—3 dni	14,3° C
3—4 "	9,5° C
4—5 "	5° C
5—10 "	1,84° C
10—20 "	0,91° C
20—30 "	0,42° C
30—40 "	0,39° C
40—50 "	0,29° C
50—98 "	0,10° C

Sumaryczny wzrost temperatury w ciągu 3 miesięcy wynosił 180° C.

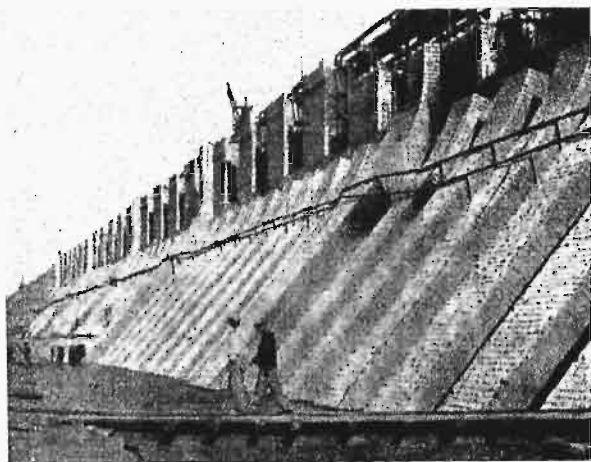
G. S. Lalin i N. Royen (Szwecja) rozważają badania skurczu betonu. W kraju takim, jak Szwecja, gdzie siły wodne są w dużym stopniu wykorzystywane — powstać musiało dążenie do wytwarzania cementu rozwijającego niższą temperaturę wiązania niż cementy dotychczasowe. Referat opisuje własności takiego cementu, niedawno wprowadzonego na rynek, który nie tylko rozwija mniej ciepła niż normalny cement portlandzki, ale jest nadto wytrzymalszy na rozpuszczające działania wody.

Hugo Lampl (Węgry) proponuje ujednostajnienie metod badania skurczu betonu przy użyciu dużych belek betonowych oraz metod określania wpływu zawartości wody i cementu oraz analizy mechanicznej kruszywa.

A. Khairy Bey (Egipt) opisuje drugą nadbudowę słynnej zapory w Asuanie, w szczególności zaś wykonanie fug dylatacyjnych. Zaporę asuańska jest jedną z największych na świecie budowli monolitycznych, posiada bowiem 1970 m długości, a po drugim podwyższeniu — 50 m wysokości. Pomimo dużych wahań temperatury otoczenia, wynoszących 53° (między +51,6° C w cieniu w dzień, a —1° C w nocy) nie przewidziano w pierwszym etapie budowy fug dylatacyjnych. Z obserwacji temperatur wewnętrznych wynika, iż wahania ich mieszczą się w granicach 12° C. Wobec współczynnika rozszerzalności muru 0,00001, przy tej długości monolitu i takiej różnicy temperatur musi powstać sumaryczna szerokość rys równa 23 cm. To też powstało w zaporze mnóstwo rys, tak iż w drugim etapie budowy, przy podwyższaniu zapory, przewidziano fugi dylatacyjne w odstępach 7-mio metrowych.

Starzenie się betonu w zaporach ciężkich.

Międzynarodowa Komisja Wysokich Zapor postawiła na porządku dziennym zagadnienia starzenia się betonu, wobec pewnych doświadczeń prowadzonych w tym kierunku od szeregu lat



Rys. 5. Powtórne podwyższanie zapory w Asuanie (Egipt).

w Szwecji i Norwegji, a również wobec poruszenia tych zagadnień w ogólnych zarysach na częściowej Konferencji Energetycznej w Barcelonie w r. 1929 i zalecenia dalszych badań w innych krajach. Badania wykazały skłonności starzenia się betonu pod wpływem infiltracji wody, rozkładającej i wypłukującej wapno z zaprawy cementowej, oraz pod wpływem niszczącego działania mrozu, szczególnie przy częstym pojawianiu się odwilży. Pierwszemi oznakami, sygnalizującymi starzenie się betonu, było pojawianie się wilgoci i osadu wapiennego na powierzchni zapory od strony powietrznej oraz zmiana wyglądu betonu, który przypomina wówczas swą porowatością pumeks, wreszcie pojawianie się rys.

Pomimo stosunkowo niewielkiej ilości złożonych referatów na ten temat, należy stwierdzić, iż zawierają one materiał dość wszechstronnie oświetlający to zagadnienie, na podstawie szczegółowych badań, przeprowadzonych w 6 państwach.

Dla przyszłych badań pożądane jest porównanie tych wyników, zebranych różnymi metodami i odnoszących się do zapór z różnych materiałów budowanych.

H. Eggenbergen i A. Zwygart (Szwajcarja) podają opis doświadczeń, dokonywanych na trzech zaporach, które zostały wybudowane przed 8 laty: Barberine (79 m wys.), Rempen (31,5 m wys.) i Schrah (110 m wys.).

Badania nad ustaleniem zwietrzenia betonu doprowadziły do następujących wyników:

1. Użyty beton, o zawartości 200 kg cementu w 1 m³, dał po 8 latach przeciętną wytrzymałość 180 — 200 kg/cm². Wytrzymałość ta jest niewystarczająca dla powierzchniowych części zapory, wystawionych na działanie mrozu.

2. Beton o zawartości 300 kg cementu w 1 m³ wykazał po 8 latach wytrzymałość 300 kg/cm² i nie ulegał niszcącemu działaniu mrozu.

3. Ze wszystkich spostrzeżeń wynika, iż zwietrzenie betonu, wynikające z niszczącego dzia-

łania mrozu, wzmagają się ze wzrostem zwilżenia betonu. Zwilżenie betonu maleje ze zmniejszeniem porowatości, czyli ze zwiększeniem zawartości cementu. Dlatego też, w klimacie ostrym, należy stosować okładziny od strony powietrznej i wodnej zapory z tłustego, odpornego na mróz betonu lub kamienia naturalnego.

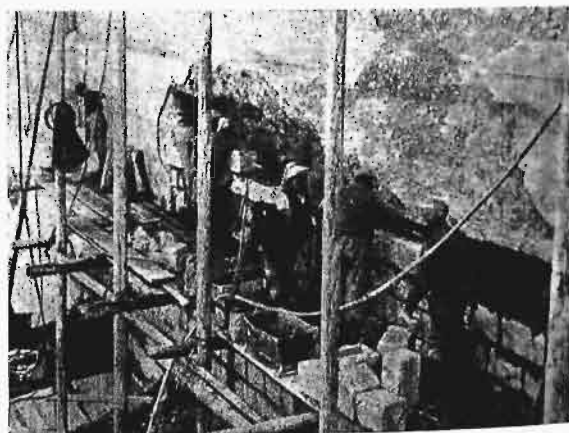
Na podstawie tego spostrzeżenia, wobec zwietrzenia betonu zapory Barberine do głębokości 0,7 — 1,0 m, w tych częściach, gdzie użyto chudego betonu, zastosowano w lecie 1933 r. (rys. 6) oskałowanie powierzchni zapory naturalnymi blokami kamiennymi. Okładzina ta połączona została kotwami ze zdrowym betonem zapory. Koszt takiej okładziny wypadł ok. 100 fr. szw. na 1 m² powierzchni.

G. Westerberg (Szwecja) stwierdza, że starzenie się betonu w zaporze wodnej zależy nie tylko od stopnia infiltracji wody, lecz i od jakości wody. Woda zawierająca wolny kwas węglowy działa na wapno, tworząc węglan wapnia, przez co nieprzepuszczalność betonu zostaje zwiększona.

Analizy przesączonej wody z zapór betonowych wykazują, iż ulega rozkładowi głównie wodoru wapnia i zawartość wapna dochodzi do 1 grama w jednym litrze wody przesączonej. W miarę postępowania czasu, zawartość wapna w wodzie przesączonej maleje, lecz jej objętość wzrasta. Badania przeprowadzone na starym betonie wykazały, iż przez wypłókanie 1/3 zawartości wapna w cemencie beton zostaje kompletnie zniszczony.

Dr. inż. J. Fiedler (Czechosłowacja) podaje wyniki niektórych doświadczeń, wykonanych na zaporze murowanej 53 m wysokości, o objętości muru 390 000 m³, a zaprawy 113 000 m³.

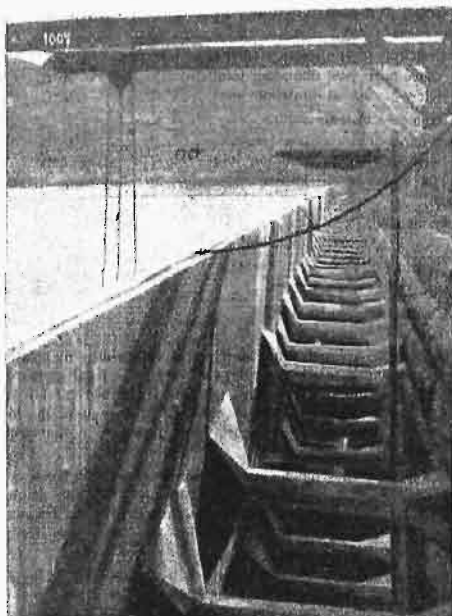
Zaprawa była użyta o stosunku 1 : 1 : 6 (cement, wapno i piasek). Powierzchnia zapory od strony wodnej pokryta była 3 warstwami bitumicznymi. Ta powierzchnia nieprzepuszczalna ochroniona była jeszcze murem grubości 0,8 m z zaprawą bardzo tłustą. Od strony wodnej zainstalowane były drenaże. Co piętnaście dni były



Rys. 6. Naprawa zwietrzałej powierzchni zapory betonowej Barberine. Budowa okładziny z kamienia.

wykonywane pomiary objętości wody przesączonej drenami i robiona analiza chemiczna. Stwierdzono, iż wypłókiwanie wapna następuje dość intensywnie, tak iż w ciągu 15-letnich badań, t. j.

od początku istnienia zapory, wypłokane zostało z zapory 130 tonn wapna (CaO), co odpowiada zwiększeniu por w zaprawie betonowej o 100 m³.



Rys. 7. Budowa ochronnej tarczy żelbetowej na przeciekającej zaporze betonowej w Ringdals, w Norwegji.

Dr. inż. E. Link (Niemcy) omawia uszkodzenia zapór murowanych. W Niemczech zapory takie konserwują się naogół dobrze, natomiast betonowe wykazują znaczne uszkodzenia. Uszkodzenia te nie są wywołane jedynie przez działanie wody, przeciwnie — większe szkody wyrządza równoczesne działanie wilgoci i zmian temperatury (mroz, śnieg i odwilż), które wywołuje starzenie się betonu. Tem się tłumaczy fakt, iż zaprawa betonowa dolnych części zapory, znajdujących się większą część roku pod wodą, utrzymuje się długo w dobrym stanie, podczas gdy w górnej części, w pobliżu zw. wody, jak również od strony powietrznej, tworzą się dość prędko rysy. Stwierdzono również, iż powłoka bitumiczna nie konserwuje na długi okres czasu betonu narażonego na działanie wody i mrozu. W wielu zaporach zaobserwowano rysy w zaprawie od strony powietrznej, wywołane mrozem, sięgające 15 cm głębokości. Osłabienie zapór murowanych przez otwarte rysy i zwierzenia powierzchni zapory jest trudne do wyrównania przez naprawę, dlatego też dla wzmocnienia nowych budowli na niszczące działanie zmian atmosferycznych należy stosować z obu stron zapory okładziny 30 cm grubości z trwałej zaprawy.

E. Sandeman (W. Brytania), rozważając uszkodzenia zapór ciężkich przez starzenie się, stwierdza, że w Wielkiej Brytanji jest mało przykładów, pozwalających na rozwinięcie teorii starzenia się betonu, gdyż z pośród 29 zapór ciężkich, z wyjątkiem dwóch, — wszystkie posiadają bardzo nieprzepuszczalną i trwałą okładzinę, na którą używany bywa cement portlandzki. Stosowane są następujące okładziny: 1) b. tłusty beton, 2) bloki z betonu lanego, 3) klinkier na za-

prawie cementowej, 4) okrągłaki ułożone nie szeregowo na zaprawie cementowej w odstępach 19 mm. Sposób zaś budowy wnętrza zapory polega na dodaniu do betonu kamieni w ilości 1/3 całkowitej objętości.

Zapory angielskie konserwują się dobrze, nie zauważono nigdzie przeciekania wody, ani tych uszkodzeń betonu, jakie spotykano w Szwajcarii i innych krajach. Pozostałe dwie zapory w Wielkiej Brytanji, gdzie użyto zaprawy wapiennej zamiast cementowej, wykazują ogromne wypłokiwanie wapna, tak iż dolina poniżej zapory jest pokryta warstwą wapna do 19 mm grubości.

F. Groner (Norwegja). Referat zawiera opis metody naprawy największej norweskiej zapory ciężkiej z betonu Ringedals, w której przesiąkanie wody stale wzrastało i starzenie się betonu postępowało w szybkim tempie. Naprawa polegała na budowie żelbetowej tarczy, postawionej równolegle do zapory i wspartej o nią poziomymi żeberkami żelbetowymi (rys. 7). Przestrzeń między tarczą i zaporą jest odwadniana drenami.

R É S U M É

L'article contient la dernière partie du compte-rendu de la Conférence des grands barrages qui a eu lieu à Stockholm en 1933. L'auteur traite cette fois les rapports relatifs à deux groupes de travaux concernant: 1^o les causes des déformations des barrages-poids; 2^o le vieillissement du béton dans les barrages-poids.

Inż. Wl. SZCZEPAŃSKI

Zagadnienie renowacji taboru parowozowego

Nawiązując do artykułu zamieszczonego w Nr. 3 z r. b. „Przeglądu Technicznego” pod tytułem: „Plan zaopatrzenia P. K. P. w parowozy w ubiegłym dziesięcioleciu i jego realizacja”, — przytaczamy niżej wykres, charakteryzujący stan parowozów pod względem ilości lat służby na polskich i niemieckich kolejach państwowych. Z porównawczego tego zestawienia widzimy, że ogólna ilość parowozów w wieku powyżej 20 lat, t. j. takich, które do racjonalnej i ekonomicznej eksploatacji już się nie nadają, — stanowi w Polsce znaczny odsetek, sięgający 47,6%, podczas gdy w Niemczech wynosi zaledwie 19,7%.

Pomyślnie te wyniki osiągnięto w Niemczech drogą odpowiedniego odnowienia taboru parowozowego, odnowienia na szeroką skalę, jednocześnie ze standardyzacją typów. W ubiegłym dziesięcioleciu (1913 — 1932) Niemieckie Koleje Państwowe skreśliły z inwentarza wszystkie typy przestarzałe — co wynosiło przeciętnie rocznie 453 parowozów — oraz nabyły nowych przeciętnie po 900 parowozów rocznie, czyli na 1 stary parowóz skreślony

Koleje państwowe		
Niemieckie	Wiek parowozów	Polskie
3,9%	poniżej 5lat	10,6%
9,9%	5÷10lat	10,6%
39,1%	10÷15lat	10,5%
27,4%	15÷20lat	20,7%
19,7%	powyżej 20lat	47,6%

z inwentarza przypadało 2 nowe parowozy, oczywiście o większej wadze napędnej i mocy.

P. K. P. w okresie ubiegłego piętnastolecia (1919 — 33) skreślały z inwentarza przeciętnie rocznie około 75 starych parowozów, przeważnie czterdziesto i pięćdziesięcioletnich, i nabyły wzamian przeciętnie rocznie około 115,4 parowozów nowych, czyli na każdy jeden parowóz skreślony — 1,52 nowych. Jeżeli wziąć pod uwagę, że ogólna długość sieci kolei państw. w Niemczech jest trzy razy dłuższa od sieci P. K. P., to — sprowadzając do wspólnego mianownika — okaże się, że proporcjonalnie Niemieckie Koleje Państwowe skreślały stare parowozy w ilościach dokładnie dwa razy większych i nabywały nowe w ilościach dwa i pół raza większych, aniżeli to czyniły Polskie Koleje Państwowe.

Oczywiście, wpłynęło to pomyślnie, z jednej strony, na

obniżenie w Niemczech przeciętnego wieku wszystkich parowozów, wynoszącego wskutek tego obecnie 14,7 lat, podczas gdy na P. K. P. — 18,7 lat, — a z drugiej strony na utrzymanie ogólnego łożystwa parowozów na poziomie, odpowiadającym normie, ustalonej dla prawidłowej eksploatacji kolei, t. j. na poziomie przeszło 4-ch parowozów na każde 10 km linii eksploatacyjnej, podczas gdy łożystwo taki na P. K. P. realizuje się poniżej tych norm, wynosząc zaledwie 3 parowozy na każde 10 km eksploatacyjnej. Prawie dwa i pół raza większy odsetek przestarzałych parowozów na P. K. P. w porównaniu z kolejami niemieckimi zmusza do zwrócenia na to bacznej uwagi, gdyż kontynuowanie takiej polityki na dalszą metę — tak z punktu widzenia gospodarczego, jak i obrony Państwa — jest zewszeczmiar niepożądane.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH

DROGI WODNE

Drogi wodne w Polsce.

Autor (inż. A. Konopka) podaje zarys stanu obecnego dróg wodnych w Polsce i historię projektów ich rozbudowy. W pierwszym roku niepodległości opracowano projekty „Kanału Węglowego” i drogi wodnej Wschód—Zachód. W lecie 1919 r. rozpoczęto budowę kanału obwodowego w Warszawie, okrążającego od wschodu Pragę, i budowę portu na Żeraniu pod Warszawą. W jesieni 1919 r. utworzono w Warszawie dwie Generalne Dyrekcje, jedną dla naturalnych, drugą dla sztucznych dróg wodnych. Z tego okresu czasu pozostał port na Saskiej Kępie, jedyny port na Wiśle w obrębie b. Kongresówki, którego jeden basen, obulwarowany i połączony z koleją, odgrywa dużą rolę w ruchu towarowym Warszawy. Plany prac zostały potem zaniechane, a Generalne Dyrekcje zlikwidowane. W r. 1912, w okresie rządów austriackich, rozpoczęto budowę t. zw. kanału krakowskiego na odcinku między Krakowem a Spytkowicami. Wybudowano nawet kilka mostów, które biegły oczywiście nad suchymi wykopami, gdyż dalsze prace zostały zaniechane. Pierwotnie plan austriacki przewidywał trasę ku Morawskiej Ostrawie (do Zagłębia Karwińskiego), plan polski (już opracowany wraz z kosztorysem) ma połączyć Kraków z Zagłębiem Węglowym, skąd obecnie przewozi się węgiel małymi barkami po Przemszy i Wiśle. Realizacja projektu — wedle autora — będzie mogła być dopiero wtedy podjęta, gdy konsumpcja węgla na t. zw. Powiślu wzrośnie do tego stopnia, iż nie wystarczy zdolność przewozowa zarówno kolei, jak i małych barek wiślanych.

Według urzędowej statystyki, długość polskich rzek żeglownych i kanałów żeglugi wynosi 6 870 km (według „Małego Rocznika Statystycznego” z roku 1933 tylko 5 000 km), natomiast długość dróg wodnych, na których rzeczywiście odbywa się żegluga, wynosi tylko 2 588 km. Mianowicie dla barek do 200 tonn pojemności długość ta wynosi 1 722 km, a dla barek ponad 200 tonn — tylko 866 km. Polski tabor przewozowy dla komunikacji na drogach wodnych jest przeważnie przestarzały, niedostatecznie odnawiany i uzupełniany, a pozatem ilościowo bardzo skromny. Stosunek taboru polskiego do francuskiego

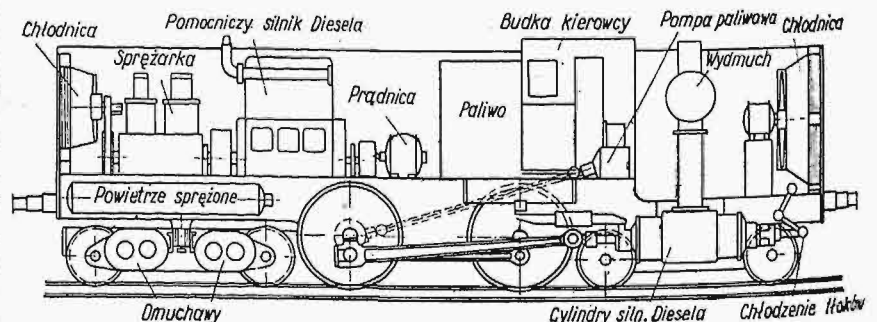
i niemieckiego wynosi według mocy holowników i statków 1:20:70, zaś według pojemności ładunkowej barek i wszelkiego rodzaju łodzi 1:11:43. („Przeгляд Powszechny” kwiecień 1934).

KOLEJNICTWO

Lokomotywa spalinowa z bezpośrednim napędem od silnika.

Silnik spalinowy wykazuje, jak wiadomo, tę niższą w stosunku do silników parowych, powietrznych i elektrycznych, że do rozruchu wymaga pewnej ilości energii zewnętrznej, a jego moment napędowy ograniczony jest ilością zasysanego powietrza, biorącego udział w spalaniu dawki. To też bezpośrednie sprzęgnięcie silnika spalinowego z kołami napędzonymi lokomotywy możliwe jest wówczas tylko, gdy da się osiągnąć rozruch pod obciążeniem, rozwijanie przyspieszeń i jazdę na wzniesieniach, a więc gdy, przy możliwie małej ilości energii doprowadzanej z zewnątrz, osiągniemy duże momenty obrotowe przy małych liczbach obrotów.

Zachętą do stosowania napędu bezpośredniego są trudności związane z przekładnią; przekładnia stopniowa mechaniczna może być budowana tylko do pewnych mocy silnika; przekładnia elektryczna umożliwia dobre przystosowanie prędkości lokomotywy do oporów jazdy przy pobieraniu prawie stałej pełnej mocy silnika, powoduje atoli znaczne straty energii, aż do 25% mocy silnika spalinowego. Podobnie rzeczy się mają przy użyciu sprężonego powietrza jako czynnika pośredniego między silnikiem spalinowym a kołami napędzonymi. Wymienione względy skłoniły wynalazców do szukania możliwości wytwarzania dużych



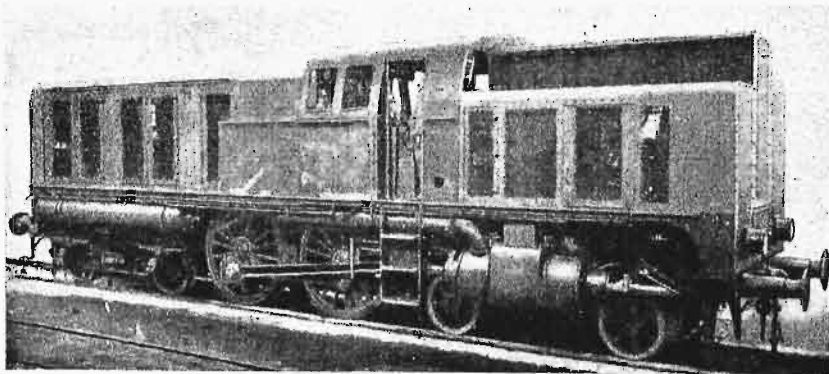
Rys. 1. Schemat lokomotywy spalinowej, napędzanej bezpośrednio przez silnik 100 KM.

momentów obrotowych podczas rozruchu, dużych przyspieszeń i jazdy na wzniesieniach wewnątrz samego silnika Diesela. Pracę tę podjęto w r. 1928 Tow. budowy silników spalinowych Humboldt - Deutz. Celem niedopuszczenia do ochładzania ścianek cylindra przy rozprężaniu powietrza rozruchowego, paliwo ciekłe rozpoczęło spalać w powietrzu rozruchowym, poczynając od pierwszych już obrotów osi napędnych. Rozwijanie przyspieszeń i jazdę na wzniesieniach ułatwiono znanymi metodami doładowywania cylindrów. Podczas jazdy w poziomie stosuje się natomiast zwykły obieg Diesela. Zapotrzebowanie sprężonego powietrza na rozruch, jazdę z przyspieszeniami i na wzniesieniach udało się zmniejszyć b. znacznie.

Po zebraniu dostatecznych danych doświadczalnych z ruchu stałego silnika Diesela, rozpoczęto próby z silnikiem trakcyjnym. Użyto w tym celu 4-cylindrowej lokomotywy przekładniowej, o mocy 100 KM. Sprzęgło cierne zostało włączone na stałe dla najszybszego biegu przekładni. Rozruch pod obciążeniem uzyskano w krótkim czasie. Spalanie ropy w sprężonym powietrzu rozpoczynano od pierwszych obrotów kół. Rozchód powietrza nie był nadmierny, trudności natomiast powodowały nieregularne zapłony; powstające z ich przyczyny uderzenia potęgowały się jeszcze wskutek nieuniknionych luzów w przekładni zębatej. Przystąpiono do usunięcia tych niedomagań drogą zwiększenia liczby cylindrów oraz bezpośredniego sprzęgnięcia silnika i kół napędnych, na wzór lokomotyw parowych. Pomysł ten wysunął jednak nowe trudności. Przedewszystkiem trzeba było starać się nie tylko o uniknięcie wysokich, chwilowych szczytów ciśnienia podczas spalania paliwa, ale nawet obniżyć nieco normalne ciśnienia spalania, celem zabezpieczenia mechanizmu lokomotywy od uszkodzenia.

Dla przeprowadzenia prób rozruchu przy mniejszych ciśnieniach i większych napełnieniach, dokonano poważnych przeróbek mechanizmu wtryskowego i rozrządowego. Prócz zwykłych, w obiegu Diesela, dysz i pompki wtryskowych wyposażono cylindry w dodatkowe urządzenia wtryskowe, czynne przy rozruchu przy niskim ciśnieniu. Kąt napełnienia dla powietrza i paliwa zwiększono do 100°. Ilość wtryskiwanego paliwa i dopływającego do cylindrów sprężonego powietrza powiązano w taki sposób, aby zapobiec nieregularnym zapłonom.

Na podstawie przeprowadzonych badań, zdecydowano się zbudować, jako najbardziej właściwy dla napędu trakcyjnego, silnik dwusuwowy, leżący, z cylindrami obustronnego działania. Na rys. 1 i 2 pokazane są schemat i widok lokomotywy próbnej. Jest to lekka lokomotywa pośpieszna, o układzie osi 2—2—2. Moc napędowa wytwarzana jest w 3-ch cylindrach dwusuwowych obustronnego działania, o średnicy 380 mm i skoku 600 mm. Cylindry zewnętrzne oddają moc na korby tylnej osi napędnej, pochylony cylinder wewnętrzny pędzi oś przednią. Wodziki, osie, czopy i t. p. obciążone są nie więcej niż analogiczne części mechanizmu napędowego w parowozie. Energję pomocniczą wytwarza trójcylindrowy silnik 4-suwowy, jednostronnego działania, o średnicy cylindra 240 mm i skoku 420 mm. Lokomotywa ta opuściła montownię w maju ub. r., poczem poddana została badaniom odbiorczym na specjalnej stacji próbnej, po których ukończeniu nastąpią próby na linii. (V.D.I. Zft., zeszyt 48, 1933).



Rys. 2. Widok lokomotywy spalinowanej o napędzie bezpośrednim.

METALoznawstwo

Badania układu aluminium — miedź powyżej 400° C.

D. Stockdale opublikował swą nową pracę nad układem Cu-Al, w której wprowadza pewne poprawki do swego poprzedniego układu z roku 1924.

Roztwór Cu w Al (k) jest zgodny z danymi Dix'a i Richardsona, mianowicie: w temperaturze 599° C rozpuszczalność Cu w Al wynosi 3%; w temperaturze eutektyki 548° C rozpuszczalność ta wzrasta do 5,73% Cu, aby następnie w temp. 462° C znowu zmaleć do 3% Cu.

Bardzo natomiast ciekawe jest zakwestjonowanie istnienia związku chemicznego $CuAl_2$ (oznaczonego przedtem jako θ) i stwierdzenie, iż w zakresie układu, zbliżonym do powyższego związku, istnieje stały roztwór, który obecnie oznacza autor jako θ . Autor stwierdził, iż stop, zawierający 53,5% Cu (wagowo), istnieje jako roztwór stały w szerokim zakresie temperatur i że prawdopodobnie topi się w stałej temperaturze (591° C).

Punkt potrójny θ , $\theta + \text{ciecz}$ i $\theta + k$ leży przy 52,47% Cu (temp. 548° C).

Jeżeli badania Stockdale'a zostaną potwierdzone, zmusi to do wprowadzenia nowego oznaczenia składników Cu-Al i wprowadzi dalsze utrudnienia w nomenklaturze składników strukturalnych stopów aluminiowych, już w obecnej chwili bardzo zagmatwanej. (Journ. Inst. of Metals, 1933, t. II, str. 111—119).

E. P.

Aluminium wtórne.

Pod nazwą aluminium wtórnego rozumie się surowe aluminium, otrzymane bądź z zużytych, względnie brakowych części aluminiowych, bądź z resztek produkcji, drogą przetapiania. Nie jest to w ścisłym znaczeniu proces metalurgiczny, gdyż stosowane procesy rafinowania nie są procesami metalurgicznymi. Nie są tu stosowane żadne procesy utlenienia, redukcji i t. d. Jednak nie znaczy to, iż do wyrobu aluminium wtórnego nie są wogóle stosowane procesy rafinowania; rafinowanie stosowane tu jest specjalne. Sam proces przetapiania powyższego aluminium został opisany w pracy R. J. Andersena „Secondary Aluminium”.

Statystyka Stanów Zjednoczonych wykazuje, iż w roku 1913 wyprodukowano 9 milionów funtów tego glinu, w roku zaś 1929, aż 97 milionów, w roku 1930 nastąpił spadek prawie o 20 milionów. W ciągu całego okresu 1921—1930 r. ogólną ilość wytopionego Al wtórnego oblicza się na 685 milionów funtów, przy produkcji pierwotnego Al 1517 milj. funtów. Wypada więc na 1 funt Al pierwotnego 0,45 funtów Al wtórnego. Stosunek ten w okresie lat 1913—1920 wynosił 1:0,16. Światowa produkcja pierwotnego Al w okresie 1921—1930 r. jest obliczana na 4131 milionów funtów, zaś

światowa przeróbka Al wtórnego w tym samym okresie wynosiła 1859 milionów funtów. Z tych liczb widać, jak duże znaczenie w gospodarce światowej ma produkcja Al wtórnego. Przeróbka ta jest najwięcej rozwinięta w Niemczech, Ameryce i Francji. Anglja eksportuje stare wyroby aluminiowe; natomiast Japonja importuje je w znacznych ilościach.

Produkt, z którego wyrabia się Al wtórne, można podzielić na złom znany i złom produkcyjny. O ile przed laty dwudziestu skład chemiczny stopów glinowych był bardzo ograniczony, to w chwili obecnej stosuje się takie mnóstwo składników stopowych, iż klasyfikacja dokładna złomu jest niemożliwa.

Na możliwość stosowania wtórnego aluminium w przemyśle istnieje kilka poglądów: jedni uważają, iż Al wtórne nie jest dobre, gdyż było wielokrotnie przetapiane i jest spalone; inni twierdzą, iż właśnie dzięki wielokrotnemu przetapianiu Al wtórne jest lepsze od pierwotnego, gdyż jest lepiej „wymieszane”; jeszcze inni — iż przy odpowiedniej kontroli i metodach pracy stop ten może być stosowany, jak każdy inny surowiec.

Przed dziesięcioma laty aluminium wtórne nie znajdowało zastosowania do odlewów piaskowych i do odtleniania stali; od 7—8 lat używa się go do odlewów pod ciśnieniem; a od 5-ciu lat — do wyrobu blach i innych wyrobów kutech. Obecnie można stwierdzić, iż Al wtórne nie ustępuje aluminium pierwotnemu.

Należy zaznaczyć, iż ostatnie osiągnięcia w praktyce metalurgicznej zostały zastosowane do wyrobu Al wtórnego, co zdaniem autora jeszcze dodatniej wpływa na podniesienie jakości materiału. (R. J. Anderson. Journal Inst. of Metals, 1934 r., Nr. 4, str. 186/192).

E. P.

LISTY DO REDAKCJI

O projekcie utworzenia Naukowego Instytutu Budownictwa.

Ogłoszona w Nr. 9 P. T. z roku 1934 rzecz: „O konieczności powołania do życia Naukowego Instytutu Budownictwa”, uderza niedomówieniami, które należałoby co rychlej wyjaśnić.

1^o. Na str. 286 czytamy o Instytucie Naukowych Badań Budowlanych przy Politechnice Warszawskiej, że:

„Instytucja ta nie ujawniła technice budowlanej swego dorobku naukowego lub doświadczalnego. Należy więc stworzyć taki Instytut, który byłby żywotny i przyniósł korzyści Państwu i społeczeństwu.”

Ostatnie zdanie, tu przytoczone, nie jest jedynym możliwym wnioskiem pierwszego, a przeto łącznik „więc” jest źle użyty. Wszakże brak ujawnienia dorobku nie stanowi jeszcze o zupełnej martwocie placówki i konieczności rychłego pogrzebu. Trzeba jej stan beznadziejny stwierdzić niezbitcie, ponad wszelką wątpliwość, inaczej bowiem ktoś, sprawie niechętny, może pomyśleć o wypróbowanej zasadzie: „Wstań, bo ja chcę usiąść”. A przecież nawet i w najcięższym przypadku praktyczna mądrość doradza raczej poznanie i usunięcie źródeł zła, czyli ożywienie placówki już istniejącej, a nie — tworzenie nowej, o brakach niewiadomych.

2^o. Na str. 287 czytamy, że

„Próby przewodności ciepła materiałów budowlanych są dotąd jedynie wykonywane w Chemicznym Instytucie Badawczym w Warszawie (Żoliborz). Wydaje mi się słusznym, żeby tą sprawą zajął się Naukowy Instytut Budownictwa, jako bliższy praktycznemu zastosowaniu tych tworzyw w budownictwie.”

I tu znów niedomówienie: czy próby te wykonywane są dobrze, czy źle? Jeżeli dobrze, to poco szukać nowych

wykonawców i przysparzać kosztów na zakup przyrządów i utrzymanie ludzi. Jeśli źle — to bez ogródki — wystąpić, nie szcując nikogo, boć chyba idzie tu nie o wyżej przytoczoną „błiskość” ale o wybór właściwych sposobów badania i ścisłość wyników.

3^o. W trzech miejscach: pod h) na str. 287, pod w) na str. 288 oraz pod b) na str. 289 stwierdzono owocną działalność Wojskowego Instytutu Badań Inżynierji w Warszawie w dziedzinie badań drewna, prób pożarowych i omawiania badań betoniarek. Można by wobec tego sądzić, że ów Instytut mógłby i nadal przynosić „korzyści Państwu i społeczeństwu” — w pełnym zakresie naukowych badań budowlanych! A jednak nie!

Nawet i ta, niewątpliwie „żywna” placówka jakoś nie jest wcale brana pod uwagę, natomiast, według słów str. 290:

„Każdy, przeciętnie nawet inteligentny obywatel uświadamia sobie doniosłość utworzenia Naukowego Instytutu Budownictwa dla całokształtu gospodarki społecznej kraju.”

Wobec tego apelu do przeciętnej inteligencji obywatela — milkną już wszelkie rozumowania!

4^o. Wzamin mamy goślośowne zapewnienia o możliwości „tego zamierzenia”, jako że ludzie właściwi istnieją, a środki zawsze mogą być uzyskane! Nadto potrzebne: „budynki, laboratorja, maszyny” — również jakoby „właściwie istnieją!” Rozwinięcie tej myśli mamy na str. 290. A mianowicie:

„Jest wielkie Laboratorium Wytrzymałości Materiałów przy Politechnice Warszawskiej, które przez szereg lat wykonywało próby materiałów budowlanych i najlepiej jest do tego celu przystosowane.”

Z całym naciskiem zaznaczam, iż od powstania Polski niepodległej istniało Laboratorium Wytrzymałości Tworzyw Politechniki Warszawskiej — bez przerwy aż do zwinięcia w dniu 1-y października 1933 roku. Byłem jego twórcą i wyłącznym kierownikiem, mogę więc śmiało stwierdzić, iż w swym końcowym rozwoju dostosowane było tylko do prób wytrzymałościowych wszelkich tworzyw, a zwłaszcza metali, a nadto do prób uzupełniających fizycznych i chemicznych kamieni i zapraw.

Zatem nie było dostosowane ani do badań przewodności dźwiękowej i cieplnej, słyszalności, drgań w budynkach, ani do badań gruntów fundamentowych, dachów, środków przeciw wilgoci, podłóg, murów, stropów, ścianek działowych, ani do badania sposobów konserwacji stali, ani do badań przeciwpożarowych, ani też do badań ogrzewnictwa, wentylacji i oświetlenia.

Warszawa, dnia 7.V.1934 r.

L. Karasiński.

Przypisek Redakcji. W związku z poruszeniem na naszych łamach sprawy utworzenia Naukowego Instytutu Budownictwa, przytaczamy poniżej brzmienie uchwały, powziętej przez 1-y Zjazd Inż. Budowlanych, a nadającej powyższemu projektowi bardziej konkretne, a nieco inne niż pierwotnie zamierzone ujęcie:

Wniosek Dr. Inż. W. Żenczykowskiego.

„1-szy Zjazd Inżynierów Budowlanych stwierdza, że utworzenie w Polsce Naukowego Instytutu Budownictwa, jako instytucji, stanowiącej główny ośrodek naukowo-badawczy zagadnień materiałoznawstwa i wykonawstwa robót budowlanych, jest koniecznym warunkiem należytego rozwoju techniki budowlanej.

Naukowy Instytut Budownictwa winien być instytucją państwową lub skutecznie finansowaną przez państwo, posiadającą odpowiedni personel, laboratorja i pomieszczenia.

Zwierzchnie kierownictwo Naukowego Instytutu Budownictwa powinno należeć do Wydziałów Inżynierji Politechnik polskich, jako organów, które przez swój charakter naukowo-praktyczny dawałyby najlepszą gwarancję należytego ujęcia i rozwoju prac Instytutu.

1-szy Zjazd Inżynierów Budowlanych zaleca Stałej Delegacji przedsięwziąć konieczne starania u władz, celem zorganizowania odpowiadającego potrzebom budownictwa Naukowego Instytutu.”

Do tego wniosku przyjęto następującą poprawkę, zgłoszoną przez inż. J. Nechaya:

„O ileby w obecnych warunkach utworzenie Naukowego Instytutu Budownictwa okazało się niemożliwe, należy dążyć do realizacji zadań Instytutu drogą koordynacji prac istniejących zakładów badawczych”.

SP. AKC. J. JOHN W ŁODZI

WYKONYWA W ODDZIELE **KOTŁÓW:**

ORYGINALNE KOTŁY STREBEL'A do centralnego ogrzewania na wodę i parę od 0,9 do 286 metr. kwadr. pow. ogrzew.

RADJATORY JEDNO-, DWU- i CZTEROSŁUPKOWE specjalne typy dla szkół, szpitali, niewielkich pomieszczeń.

APARATY, KOTŁY i MISY z żeliwa ługo- kwaso- i ognioodpornego,

BIURA WŁASNE:

WARSZAWA, POZNAŃ, KRAKÓW, LWÓW, GDAŃSK, KATOWICE

7

CASTOR

MOCNYE DRODZY



PRZEDSIĘBIORSTWO BUDOWLANE

MAURZY KARSTENS

Warszawa, Koszykowa 7. - Tel. 8-27-95.

Kraków, Biuro „Kastor”. Rynek Kleparski Nr. 5. Tel. 102-18.

Wilno, Biuro Handl. M. Jankowski, S-to Jańska Nr. 9.

Katowice, inż. Stanisław Nitsch, Matejki Nr. 5.

Poznań, M. Czubek i S-ka, Gwarna Nr. 8. Tel. 32-12.

Lwów, Fabryka Gipsu Józefa Franz i Synowie

Listopada Nr. 97.

5

CYNOGRAFIJE

ZAKŁAD FOTOCHEMIGRAFICZNY

„L U X”

Warszawa, Elektoralna 14. Telefon 250-23.
Wykonywa do druku wszelkie kilsze kreskowe i siatkowe.

FARBY

FARBY, LAKIERY, EMALJE ZNAJĘ DOBROCI

„GLORIN”

poleca Krajowa Wytwórnia Lakierów
Angielskich, Farbi Emalji Kolorowych

„Gloria”

Warszawa, ul. Żytnia 24/26
telef. 2-65-24 i 659-51, (dom własny)



MOTORY ELEKTRYCZNE

Najstarsza w kraju fabryka motorów elektrycznych

L. KOREWA

Warszawa, ul. Syreny Nr. 7, telefon Nr. 5-00-95

PASY

PASY

WIELBLADZIE
SKÓRZANE
BALATA
GUMOWE

FRANK REDDAWAY

Królewska 39, tel. 617-90

WENTYLATORY

„CIEPŁO i POWIETRZE” Fabr. Maszyn

Warszawa, Żąbkowska 36, tel. 10.20.39.

SPECJALNOŚĆ:

WENTYLATORY I EKSHAUSTORY
CIĄGI SZTUCZNE I PODMUCHY
PNEUMATYCZNY TRANSPORT
ODCIĄGANIE KURZU, APARATY
PARO - WODO - GAZO - POWIETRZNE,
SUSZARNIE; APARATY DO NAWILŻA-
NIA. WENTYLACJA. FILTRY



Spreżarki (kompresory)

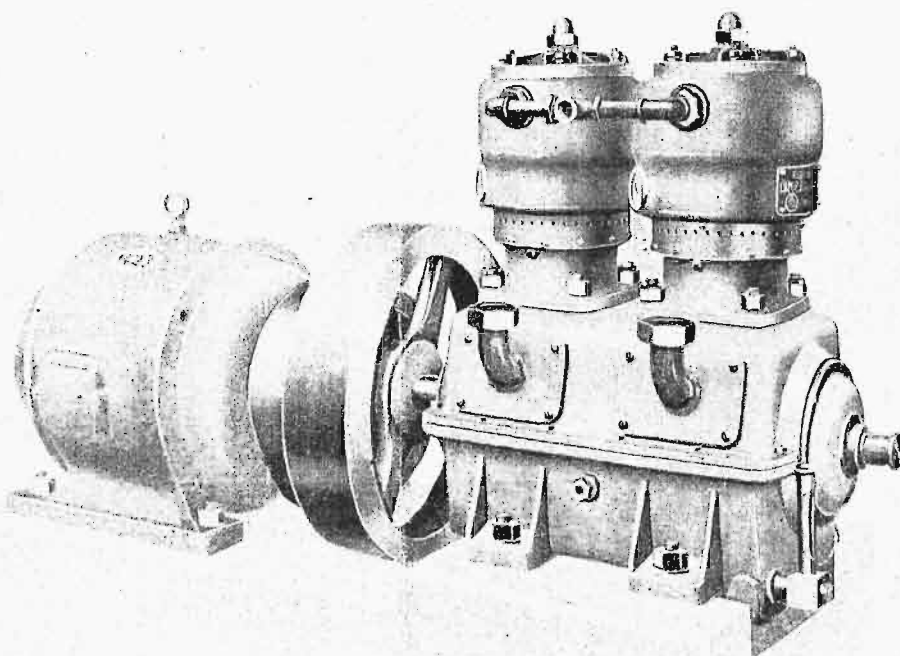
nowoczesne, szybkobieżne, wszelkich typów i wielkości.

Maszyny parowe

Motopompy pożarnicze

Turbiny wodne

Maszyny pralnicze



TOWARZYSTWO PRZEMYSŁOWE ZAKŁADÓW MECHANICZNYCH

LILPOP, RAU i LOEWENSTEIN S. A.

Warszawa, ul. Bema 65, telefon 275-43

CENTRALNE BIURO SPRZEDAŻY PRZEWODÓW

„CENTROPRZEWÓD“

SPÓŁKA Z OGRANICZ. ODPOWIEDZ.

Warszawa, ul. Marszałkowska 87, telefony: 942-85, 942-86, 942-87.

PRZEWODY IZOLOWANE

Z FABRYK KRAJOWYCH W WYKONANIU PRZEPISOWEM,
OZNACZONE ŻÓŁTĄ NITKĄ S. E. P.